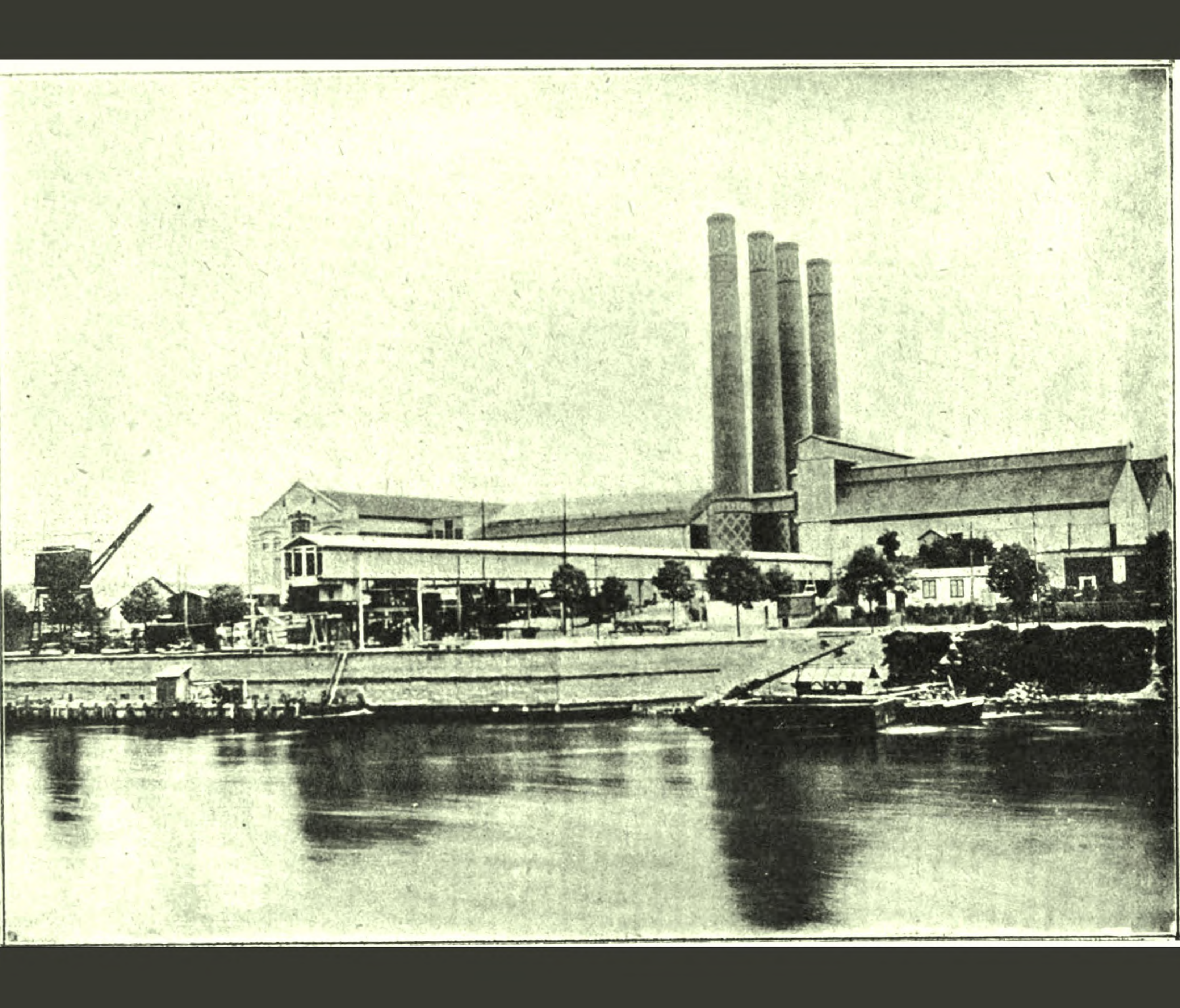


L'Industrie électrique

Édouard Hospitalier


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING



L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

TOME XV

1906

PARIS. — IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE
9, RUE DE FLEURUS, 9

L'INDUSTRIE ELECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

PARAISSANT LE 10 ET LE 25 DE CHAQUE MOIS

FONDATEURS

MM.
ABDANK-ABAKANOWICZ, Ingénieur-Conseil;
RENÉ ARNOUX, Ingénieur;
PAUL BARBIER, Électricien, Fondé de pouvoirs de la Société Leclanché et Cie;
BARDON, Constructeur;
J. CARPENTIER, Ingénieur-Constructeur;
COMPAGNIE CONTINENTALE EDISON;
FRAGER, Administrateur de la Compagnie pour la fabrication des Compteurs;
H. FONTAINE, Ingénieur civil;
X. GARNOT, Ingénieur, Entrepreneur de Stations centrales d'énergie électrique;
CH.-ED. GUILLAUME, Sous-directeur du bureau intern. des Poids et Mesures;
JEAN-JACQUES HEILMANN, Ingénieur;
E. HOSPITALIER, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à l'École de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris;
HOURY, Ingénieur des Arts et Manufactures, Fabricant de fils et câbles électriques;
E. JULIEN, Ingénieur;
J. LAFFARGUE, Ingénieur-Électricien;
A. LAHURE, Imprimeur-Éditeur;
P. LEMONNIER, Ingénieur;
AUG. LALANCE, Administrateur-Délégué de la Société anonyme d'éclairage électrique du Secteur de la place Clichy;

MM.
MAISON BREGUET;
G. MASSON, Libraire-Éditeur;
MENIER, Manufacturier;
CH. MILDÉ, Constructeur-Electricien;
LOUIS MORS, Ingénieur des Arts et Manufactures;
R.-V. PICOU, Ingénieur des Arts et Manufactures;
POSTEL-VINAY, Ingénieur-Constructeur;
JULES RICHARD, Ingénieur-Constructeur, de la maison Richard frères;
F. DE ROMILLY;
G. ROUX, Directeur du Bureau de contrôle des installations électriques;
SCHNEIDER ET Cie, Usines du Creusot;
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES;
SOCIÉTÉ ANONYME CANCE;
SOCIÉTÉ POUR LA TRANSMISSION DE LA FORCE PAR L'ÉLECTRICITÉ;
SOCIÉTÉ POUR LE TRAVAIL ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX;
E. THURNAUER, Administrateur délégué de la Cie Française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston;
GASTON TISSANDIER, Directeur de *La Nature*;
LAZARE WEILLER, Manufacturier.

RÉDACTEUR EN CHEF : É. HOSPITALIER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION : ALFRED SOULIER

TOME XV

1906

PARIS
A. LAHURE, IMPRIMEUR-ÉDITEUR
9, RUE DE FLEURUS, 9 (VIe ARR.)

15e Année. — N° 337. 10 Janvier 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

MM. les Abonnés dont l'abonnement expirait fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.

INFORMATIONS

Concours de voitures de ville. — Depuis le concours de fiacres de 1898, on n'avait pas eu l'occasion de déterminer, par des expériences faites en dehors des concurrents, la consommation réelle des voitures électriques. Le concours de voitures de ville, qui a eu lieu à Paris le 21 décembre dernier, à l'occasion de la 8e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports, nous a fourni l'occasion de compléter les renseignements recueillis en 1898, de constater les progrès réalisés et de fixer les consommations maxima sur lesquelles on peut compter dans tout avant-projet, car ce concours a eu lieu dans les conditions les plus défavorables au point de vue de la nature du sol, sur un terrain gras, boueux et glissant, par un temps de brouillard, en partant des Serres de la Ville, au bord de la Seine, pour y revenir, après avoir parcouru 100 km en montant au Sacré-Cœur et à la Montagne-Sainte-Geneviève. Un certain nombre de voitures transportant quatre personnes et pesant plus de 2 tonnes en ordre de marche, ont pu, avec une vitesse moyenne de 24 km : h, parcourir la distance de 100 km, en consommant moins de 100 w-h par tonne-km. Le premier prix a été gagné par le coupé de M. Védrine, que nous décrirons prochainement, dont la consommation spécifique a été de 96 w-h par tonne-km, alors qu'elle ne dépasse pas 70 à 75 w-h par tonne-km dans des conditions ordinaires. Or, ce chiffre de 75 w-h par tonne-km correspond à la moyenne des résultats fournis par les voitures de place dans les expériences du 11 juin 1898, en palier sur macadam sec et propre. On peut juger, par le rapprochement de ces chiffres, des progrès réalisés depuis cette époque.

Chaudière récupérative. — Parmi les prix décernés par l'Académie des Sciences dans sa séance du 18 décembre dernier, il en est un qui intéresse plus particulièrement les directeurs de stations centrales, car il a pour objet de récompenser une invention de nature à rendre les plus grands services, non seulement à la marine, pour laquelle la chaudière récupérative du lauréat, M. Maurice, a été récompensée, mais aux usines de production d'énergie électrique, dont le service intermittent pourra certainement utiliser avec avantages les qualités que le rapport de M. Bertin, que nous reproduisons ci-dessous, met nettement en relief :

« La chaudière récupérative inventée par M. Maurice, ingénieur en chef de la marine, jouit de la propriété de continuer

à fournir de la vapeur pendant plusieurs heures après l'extinction des feux.

« Le principe de la récupération de la chaleur consiste dans l'emploi d'un mélange de sels à grande chaleur spécifique entourant la plus grande partie du faisceau tubulaire; la température de ces sels s'élève à 450° environ pendant la chauffe. Le résultat constitue une solution nouvelle, avec économie de poids et d'encombrement, du problème autrefois résolu par l'emploi de réservoirs d'eau surchauffée.

« Après l'épuisement de la chaleur accumulée, au cours de a marche feux éteints, la réaccumulation se fait rapidement avec les feux rallumés.

« Le résultat des premières expériences faites à Cherbourg permet d'espérer des résultats favorables d'une application actuellement à l'étude.

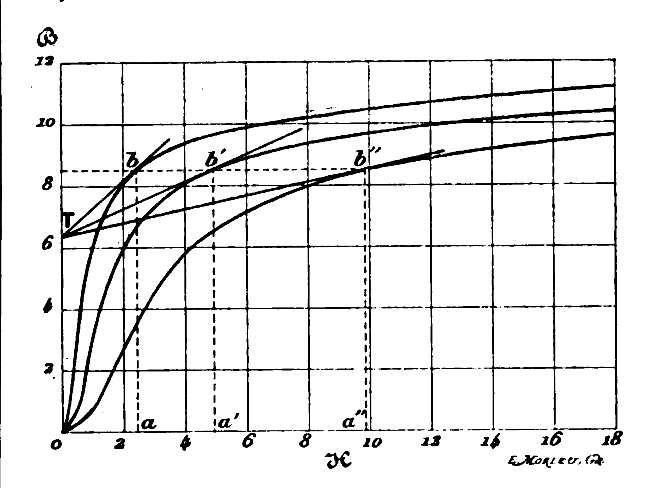
« L'originalité des recherches de M. Maurice et la persévérance mise à les poursuivre justifient l'octroi du prix Plumey de *deux mille cinq cents francs.* »

Utilisation de la magnétite comme résistance variable. — Parmi les matières conductrices ayant, au point de vue électrique, un coefficient de température négatif, celles qui possèdent les plus remarquables propriétés semblent être la magnétite ou un mélange de magnétite et de chromate de fer. Ce dernier a une résistance initiale plus élevée que le premier, mais il a la même conductivité à de hautes températures. Dans un brevet récent, M. le Dr C.-P. Steinmetz indique que ces substances sont chimiquement stables et d'une structure solide, même à la température du rouge, tandis que la résistivité de la magnétite au rouge n'est que le 100e de sa résistivité aux températures ordinaires. Le brevet décrit l'emploi de ces substances comme résistances à réduction automatique pour les moteurs à courant continu excités en série ou en shunt, ainsi que pour les moteurs d'induction. Dans ces derniers, on réalise sur l'induit un bobinage triphasé, fermé sur lui-même, en triangle, en intercalant dans chacun des circuits des résistances en magnétite. Au moment du démarrage, ces résistances étant élevées réduisent la valeur du courant inducteur et donnent ainsi un couple élevé. Lorsque la vitesse s'accroît, les résistances en magnétite s'échauffent et diminuent graduellement jusqu'à mettre l'induit pratiquement en court-circuit. Ce dispositif donne donc une variation continue et automatique. Il conviendra surtout aux moteurs de grues, cabestans, etc., soumis, par la nature de leur service, à de fréquents démarrages.

Sur l'expression numérique du degré de saturation d'un circuit magnétique. — Comme le fait remarquer avec raison M. H.-S. Baker, dans une lettre récemment adressée à notre excellent confrère *Electrical World and Engineer*, l'état de saturation d'un circuit magnétique est généralement très mal défini, et l'on n'a pas encore indiqué le moyen de la déterminer avec exactitude ou d'en donner la mesure. On dit qu'une machine travaille dans le coude ou au-dessus du coude de la caractéristique, mais cette définition est vague et insuffisante, car le *coude* de la caractéristique dépend de l'échelle choisie pour représenter $\mathcal{H}$ et $\mathcal{B}$ en traçant cette caractéristique. On peut s'en rendre compte en comparant, sur la figure ci-dessous, les formes d'une même caractéristique, tracée en prenant la même échelle pour les ordonnées et trois échelles différentes pour les abscisses.

Ce qu'il faudrait obtenir, c'est une définition indiquant la valeur relative de la saturation en prenant comme unité (100 pour 100) la condition pour laquelle un accroissement de force magnétisante n'augmente pas le flux, et pour valeur nulle la condition pour laquelle le flux augmente proportionnellement à la force magnétisante.

La définition, déduite de la construction suivante, remplit ces conditions : Menons une tangente à la courbe de saturation au point considéré jusqu'à son intersection avec l'axe des *y*, en T. Le degré de saturation est le rapport de la longueur OT, sur l'axe des *y* à l'ordonnée *ab*, du point considéré de la courbe. Il est facile de voir que cette définition est indépendante des échelles choisies pour $\mathcal{H}$ et $\mathcal{B}$, comme le



montrent des points correspondants pris sur la courbe de saturation à différentes échelles horizontales. Dans le cas particulier, on a : $\frac{OT}{ab} = 0,75$.

Avec cette définition du degré de saturation, si l'on dit qu'une machine travaille à une saturation de 60 pour 100, on sait immédiatement qu'un accroissement de champ de 1 pour 100 produira un accroissement de tension de 0,4 pour 100. Pour une saturation de 80 pour 100, un accroissement de champ de 1 pour 100 produira un accroissement de tension de 2 pour 100.

De l'emploi des paliers à rouleaux dans les voitures. — M. How donne, dans *The Electrician* du 27 novembre, des résultats d'essais comparatifs entrepris sur deux voitures automobiles de la Compagnie Croydon. Les deux voitures étaient de construction identique, mais l'une était munie de paliers à rouleaux tandis que l'autre avait des paliers ordinaires en bronze phosphoreux.

Les voitures pesaient 10 tonnes à vide et le chargement était de 3 tonnes. On a procédé à des essais sur un parcours de 18 km et mesuré l'énergie dépensée par les voitures au wattmètre.

La voiture à paliers ordinaires a parcouru les 18 km en faisant 47 stations, la dépense a été de 0,56 kw-h par km; la voiture munie de paliers à rouleaux, n'a fait que 44 stationnements et n'a dépensé que 0,47 kw-h par km. A la suite de cet essai, on a monté 14 voitures avec des essieux à rouleaux et pour un parcours annuel de 870 000 km on a épargné environ 79 155 kw-h, ce qui, pour un prix de revient de l'énergie de 20 centimes par kw-h donne une économie de 15.831 fr ou 1140 fr par voiture. Si l'on compte 10 pour 100 pour réparations des paliers à rouleaux et 10 pour 100 pour l'amortissement, l'économie réalisée par l'emploi des paliers à rouleaux est d'environ 900 fr par voiture. Par contre le professeur Wilson est de l'avis que l'économie réalisée par l'emploi des paliers à rouleaux ne peut être importante, car la résistance due au frottement des paliers est insignifiante vis à vis de la résistance de l'air. Des essais lui ont montré qu'avec une vitesse de 56 km à l'heure, l'économie d'énergie en employant des paliers à rouleaux n'était que de 13 pour 100, tandis que pour une vitesse de 16 km à l'heure elle est de 33 pour 100. D'après lui, des paliers à rouleaux ne sont avantageux que pour de longs trains marchant lentement sur une très bonne voie.

La ligne télégraphique du Cap au Caire. — La construction de la ligne est arrêtée à Rosarès, le point le plus au sud des lignes égyptiennes. En effet, sur 184 km environ, jusqu'à Udschidschi, le sol est tellement marécageux, qu'on ne peut songer à planter des poteaux. On a l'intention de franchir cette distance au moyen de la télégraphie sans fil et on pense que la ligne tout entière sera mise en exploitation en 1907.

La traversée du Simplon. — Dans son numéro de décembre, *la Houille blanche* informe ses lecteurs que la Compagnie Suisse du chemin de fer du Simplon, qui est concessionnaire de la ligne qui traverse le Simplon, jusqu'à Iselle (Italie), avait primitivement décidé d'employer la vapeur pour la traction des trains dans le tunnel, car on estimait que la température à l'intérieur de la galerie ne serait pas supérieure à celle qui résulte de l'augmentation normale que l'on constate lorsqu'on s'enfonce dans les profondeurs de la terre. Mais les fameuses sources d'eau chaude ont augmenté considérablement cette température et, en outre, l'aération se fait mal, aussi s'est-on inquiété de substituer l'électricité à la vapeur et de supprimer à l'intérieur du tunnel les gaz délétères qui s'échappent du foyer des locomotives à houille noire. D'ailleurs le Rhône ne passe-t-il pas à Brigue et n'a-t-il pas déjà servi à fournir l'énergie nécessaire au percement du Simplon? A cet effet une délégation d'ingénieurs suisses s'est rendue en Italie du 17 au 20 octobre pour visiter les lignes électriques de la Valteline et de Milan Varèse, et il est très probable qu'à la suite de cette visite, c'est le système qui est employé sur la première ligne (triphasé) qui sera adopté pour la traversée du Simplon.

Ainsi que l'annonce les *Elektrische Bahnen und Betriebe*, le gouvernement italien aurait proposé il y a plus de six mois à la Suisse d'organiser dans le tunnel la traction électrique, d'après le système triphasé à haute tension, et la commission des ingénieurs suisses dont il est parlé ci-dessus, présidée par M. Zemp, a, dans son rapport, approuvé cette idée. Le gouvernement italien met à la disposition de la Suisse 5 locomotives de la ligne de la Valteline afin que le service puisse commencer le plus tôt possible.

L'usine centrale de Williamsburg. — Cette usine décrite par le *Street railway Journal* du 23 novembre dessert les tramways de la Brooklyn Rapid Transit C°, est prévue pour une puissance de 65 000 kw et contiendra 8 groupes de turbines de 7500 kw et 1 de 5500 kw. Il y a actuellement 2 groupes actionnés par des turbines Westinghouse-Parsons, fournissant du courant triphasé à 25 périodes par seconde et respectivement 6600 et 11 000 v, et une turbine du système Alis-Charmer-Parsons marchant également à 17 atmosphères et 750 t:m et dépensant à pleine charge 9 à 10 kg de vapeur par poncelet-heure. Au-dessous des turbines sont installés des condensateurs ayant 7000 m² de surface de condensation. L'usine est installée à proximité du canal de Wellabout et pourra être agrandie, elle mesure actuellement 85 m de côté, la salle des chaudières a une surface de 5000 m², la salle des machines a 2900 m² de surface. Au-dessus des machines est installée une galerie de 6 m de largeur où sont placés les tableaux, ainsi qu'un espace spécial destiné au départ des câbles tant à haute qu'à basse tension; on a également prévu une batterie de 2000 A-h.

L'excitation est assurée par 3 groupes de 150 kw, 150 v.

Le bâtiment des chaudières a deux étages et est prévu pour 72 chaudières Babcock et Wilcox, ayant chacune 650 m² de surface de chauffe à 20 atmosphères et 50° de surchauffe; actuellement 36 de ces chaudières desservies par deux cheminées sont installées.

Le tirage des chaudières est assuré par l'intermédiaire de ventilateurs, les cheminées métalliques ont 80 m de hauteur.

Les tramways de Philadelphie. — Ainsi que l'indique le *Street railway Journal* dans son numéro du 25 décembre, la Rapid transit C°, de Philadelphie, a transporté en 1904, 400 millions de personnes, pour une population de 1 300 000 habitants. La longueur totale de son réseau est de 880 km, dont 520 km sont à voie unique à cause de l'étroitesse des rues; la circulation a été de 110 millions de voitures-kilomètre. Les recettes ont été de 80 millions de fr et les dépenses de 40 millions seulement.

Les installations de la puissance motrice sont constituées par 11 stations centrales dont la puissance totale s'élève à 45 000 kw qui seront complétées par une nouvelle installation de 55 000 kw, qui actuellement ne comporte que 3 groupes de 6000 kw.

La plus grande station, installée dans la Second Street, comprend outre 2 génératrices triphasées de 1000 kw directement couplées, 6 groupes de turbines Parsons de 1500 kw.

La répartition a lieu partie dans les stations centrales, partie dans des sous-stations transformatrices avec des convertisseurs, la tension du courant triphasé étant de 13 000 v à la fréquence 25. Les câbles employés ont une longueur totale de 1600 km.

Dans les sous-stations sont disposées 6 batteries de secours d'une capacité de 5200 A-h.

Le matériel comporte 2000 voitures fermées et 1200 ouvertes à 2 bogies; 600 voitures sont munies chacune de 2 moteurs par bogie, les autres n'en ont qu'un par bogie; il y a en tout 18 remises.

Il y a eu en 1904, environ 6900 accidents dus aux tramways.

Le chemin de fer aérien et souterrain de Philadelphie actuellement en construction, formera une sorte de boucle autour du quartier central de Cityhall.

Installations à haute tension en Amérique. — D'après une brochure de la Société américaine Westinghouse, elle a fourni les machines des installations indiquées dans le tableau suivant. Toutes ces machines ont été construites en Amérique.

Nombre des usines.	Tension des lignes aériennes en volts.	Ensemble de la puissance en kw.
3	60 000 à 66 000	9 000
6	45 000 à 55 000	50 200
13	30 000 à 33 000	30 900
35	20 000 à 25 000	135 700
30	15 000 à 19 000	37 800
57	10 000 à 14 000	193 700
40	4 800 à 9 500	54 100

Dans ces 184 usines dont la puissance totale est de 520 400 kw on emploie des courants à 7 fréquences différentes, savoir :

Fréquence	25	27	30	50	60	66	66 2/3
Nombre d'installations.	57 (58)	3	6	6	107 (109)	2	1

Trois installations travaillent simultanément à 25 et 60 périodes par seconde.

Sur le développement des installations électriques en Angleterre. — M. A.-R. Mountaine donne les renseignements suivants dans *The Electrician* du 5 décembre. En 1894 il y avait 60 installations électriques, avec un capital de 146 millions de francs, tandis qu'en 1904 on comptait 445 installations avec un capital de 1488 millions de francs. La puissance des appareils d'utilisation comptée en lampes de 16 bougies s'est élevée d'environ 2 millions à 20 millions, le nombre de kw-h vendus annuellement a crû de 30 millions en 1894, à 448 millions en 1904; en même temps le prix moyen du kw-h qui était de 60,8 c pour les compagnies privées et de 53,2 dans les usines municipales s'est abaissé à 39 et 27 c respectivement. Les frais d'installation ont baissé d'environ 50 pour 100,

par suite de l'emploi d'unités plus puissantes et de tensions plus élevées. Ainsi l'ensemble des frais d'installation d'une lampe de 8 bougies, à Hudersfield est descendu de 72 fr à 30 fr.

L'abaissement énorme des prix de revient de l'énergie est dû à l'utilisation plus rationelle des centrales par suite de la création de chemins de fer électriques, ce qui a augmenté le facteur d'utilisation. M. Mountaine est de l'avis que les choses continueront à aller en s'améliorant.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Brest. — *Station centrale.* — Une récente dépêche ministérielle a autorisé la construction, au port de Brest, d'une station centrale d'électricité.

L'emplacement choisi pour l'édification de cette station centrale est situé entre la cale des torpilleurs et le viaduc, à l'endroit même où se trouvaient les anciennes cales de construction.

Une nombreuse équipe d'ouvriers terrassiers de la direction des travaux hydrauliques s'occupent du nivellement de l'emplacement, et des ouvriers maçons de la même direction prolongent les quais devant les cales de construction.

Le bâtiment qui abritera les nombreux appareils de la station centrale sera très vaste et des mieux aménagés.

5 grandes turbines y seront installées et recevront de la vapeur de 12 chaudières, du système Niclausse.

Le système de distribution adopté est du courant triphasé à 5000 volts, fourni par 5 alternateurs de 750 kilowatts, pouvant être portés au besoin à 1000 kilowatts.

Le courant à haute tension sera distribué au moyen de 6 feeders dans des sous-stations, installées sur les deux rives de la Penfeld.

Ces sous-stations transformeront le courant à haute tension en courant à basse tension de 200, 120 et même 80 volts pour l'éclairage des bâtiments et ateliers de l'arsenal, au moyen de transformateurs.

Le courant continu sera obtenu au moyen de groupes convertisseurs.

Les différentes transmissions des divers ateliers du port de guerre doivent, de ce fait, disparaître bientôt, les machines-outils devant être actionnées par des moteurs à courants alternatifs.

Ce service électrique, très important, sera confié à la direction des constructions navales, qui aura à fournir de l'énergie à tous les ateliers et directions de l'arsenal et, plus tard, au nouveau port de La Ninon.

Les pompes d'épuisement des formes de radoub, qui seront construites à cet endroit, seront également mues par le courant fourni par la station centrale d'électricité.

Afin d'éviter les accidents mortels, les circuits à haute tension seront tous souterrains, sauf deux d'entre eux qui traverseront la Penfeld : le premier, de Bordenave à l'école de maistrance; le second, de la grille Jean-Bart au Château.

Ecurey (Meurthe-et-Moselle). — *Inauguration de l'éclairage.* — Après son chef-lieu de canton, la commune d'Ecurey a inauguré, dimanche dernier, l'éclairage électrique dont elle vient d'être dotée par la Société lorraine d'Éclairage et de Force motrice par l'électricité.

A l'hôtel Collin, brillamment illuminé par les électriciens, un banquet réunissait à 6 heures du soir le directeur, M. Frisé, et ses collaborateurs, la municipalité et un certain nombre de joyeux convives.

Iré-le-Sec (Meuse). — *Station centrale.* — Il paraîtrait que M. Lemarchal vient d'établir entre Rameré et Iré-le-Sec une usine électrique qui lui permettrait d'assurer l'éclairage public et privé à Iré-le-Sec.

Salers (Cantal). — *Station centrale.* — Vers le milieu de l'année 1906 la ville de Salers sera éclairée à l'électricité.

Une usine doit être installée à la Cascade du Roc des Bancs, commune de Saint-Paul de Salers.

ÉTRANGER

Le Simplon (Suisse). — *Traction électrique.* — La direction générale des chemins de fer fédéraux a accepté le projet qui lui avait été soumis par une maison de Baden (canton d'Argovie), pour installer l'exploitation électrique dans l'intérieur de Simplon ainsi que nous l'avons indiqué plus haut.

La traction sera établie d'après le système employé sur les lignes italiennes de la Valteline. Les forces hydrauliques de la Videria et du Rhône, qui ont servi au percement du tunnel, alimenteront une station centrale laquelle fournira l'énergie à diverses sous-stations, distantes d'environ 50 km, où les courants à haute tensions seront convertis en courants à 2500 v pour la distribution.

La digue actuellement en construction aura 150 m de longueur. elle se prolongera par deux massifs établis sur les rives. La hauteur de chute utile atteint 9 m.

L'usine génératrice contient deux salles de turbines de 35 m de long entre lesquelles est placée une salle des générateurs : chaque salle des turbines contient quatre paires de turbines horizontales, chaque paire constituant une unité de 2800 chevaux à la vitesse angulaire de 180 à 200 t : m.

Les arbres des turbines de 25 cm de diamètre, passent à travers un mur et entraînent des alternateurs de 1500 kw produisant des courants triphasés à 2500 v, 25 périodes par seconde. La vitesse angulaire normale est de 187,5 t : m : cette vitesse est réglée par des régulateurs Lombard. Deux excitatrices de 55 kw à 125 v fournissent le courant d'excitation nécessaire et sont entraînées par courroies.

Les courants triphasés à 2300 v passent dans une salle de transformateurs où des appareils à bain d'huile élèvent la tension à 33 000 v : les connexions sont assurées par des câbles isolés au papier et revêtus d'une enveloppe de plomb. L'entreprise fournira 5 locomotives électriques et l'exploitation par l'électricité sera étendue à toutes les sections de la ligne du Simplon desservies par les chemins de fer fédéraux, soit sur un réseau d'environ 40 km.

Le coût total de l'équipement électrique du tunnel est évalué à 1 million.

L'ouverture de la ligne à l'exploitation reste définitivement fixée au 1er mai.

Le trafic sera assuré, dès cette date, au moyen de 5 locomotives triphasées de la Valteline.

Pékin. — *Station centrale.* — Il paraîtrait que la capitale chinoise est pourvue d'une station centrale, l'usine contient deux moteurs à gaz Körting de 60 poncelets tournant à une vitesse de 140 t : m. Ces moteurs entraînent directement deux dynamos à courant continu de l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft* qui produisent 110 ampères sous 440, 480 volts. Chacune de ces dynamos est munie d'un égalisateur Dolivo-Dobrovolski assurant l'égalité de tension sur les deux ponts du réseau de distribution. Deux batteries d'accumulateurs de 224 éléments, pouvant alimenter 200 lampes de 26 bougies pendant 10 heures, sont installées en sous-sol.

Les gazogènes, du système Körting, sont alimentés avec de l'anthracite que l'on apporte des mines à dos de chameau.



CALCUL DES DYNAMOS

PRÉDÉTERMINATION RAPIDE DES DIMENSIONS APPROXIMATIVES A DONNER AUX ÉLÉMENTS PRINCIPAUX D'UNE DYNAMO POUR QUE LE PRIX DE LA MATIÈRE SOIT MINIMUM

Cette étude ne s'applique et n'est d'ailleurs utile que pour des unités atteignant au moins 100 kw. Jusqu'à cette puissance, il est bien rare que les constructeurs n'aient pas une série établie qui leur permette de répondre immédiatement aux demandes de leurs clients. Au-dessus de 100 kw, les constructeurs se basent généralement, pour établir les prix et dimensions des machines demandées, sur les exemples fournis par les machines construites précédemment.

Mais, en considérant les différentes machines étudiées et construites par des maisons différentes pour obtenir de semblables résultats; et, par exemple, en examinant la série des dynamos qui ont été exposées à Paris en 1900, on remarque que les différences entre les dimensions principales des machines de même puissance sont considérables. Et il semble intéressant d'établir une méthode basée en partie sur la pratique ordinaire du calcul de la dynamo, en partie sur des questions d'ordre mathématique, pour savoir si les dimensions adoptées pour réaliser une dynamo devant répondre à certaines conditions de vitesse et de puissance, sont bien celles qui correspondent au prix de revient minimum; tout au moins en ce qui concerne le prix des matières premières constituant la dynamo.

C'est le but de cette étude. Pour faciliter l'étude mathématique, les formules qui suivent ont été établies pour des machines à pôles ronds en acier, coulés avec la culasse.

Prenons comme inconnues le rayon de l'induit R en cm et la longueur utile du fer, c'est-à-dire la longueur totale moins les canaux de ventilation et l'espace occupé par le papier entre les tôles; désignons cette longueur par L en cm.

La relation entre R et L dépend naturellement du nombre de pôles $2p$ de la machine.

Si l'on admet un rapport de 0,7 entre la longueur de la pièce polaire et le pas polaire; et, un rapport de 1,1 entre la longueur de la pièce polaire et la largeur utile du fer L; en considérant la pièce polaire comme carrée, ce qui est une conséquence directe de notre hypothèse précédente que le pôle est rond, on aura :

$$1,1 \cdot L = \frac{2R \cdot 3,14 \cdot 0,7}{2p},$$

c'est-à-dire :

$$\frac{2R}{p} = L. \qquad (1)$$

Évaluons maintenant séparément le poids et le prix de chaque matière.

Poids et prix du cuivre des bobines inductrices. — Si l'on appelle d le diamètre d'un noyau, celui-ci sera à peu près égal à L et, par conséquent, d'après notre hypothèse précédente plus petit de 10 pour 100 que la largeur de la pièce polaire, donc l'on peut poser :

$$d = L.$$

La longueur moyenne, l, d'une spire de fil sur les bobines inductrices dépend de d et de l'épaisseur e du fil; admettons un rapport de 1,28 entre les quantités $d + e$ et d nous aurons :

$$l = 3,14 \cdot d \cdot 1,28 = 4d = 4L. \qquad (2)$$

Pour déterminer la section du fil inducteur s en supposant la machine excitée en dérivation, nous évaluerons en premier lieu la force magnétomotrice nécessaire pour produire le flux. Exprimons cette force magnétomotrice en ampères-tours et appelons $\mathcal{F}$ les ampères-tours par paire de pôles.

Appelons $\mathcal{F}_i$ la force magnétomotrice de l'induit exprimée également en ampères-tours et ramenée à deux pôles. Nous aurons $\mathcal{F} = \mathcal{F}_i \cdot \alpha$, en appelant α un coefficient qui tient à la fois compte de la réaction d'induit et de la force magnétomotrice perdue par fuites de flux entre les noyaux et les pièces polaires; la pratique permet de prendre à priori une valeur pour α qui varie de 1,5 à 1,8. Or, nous avons :

$$\mathcal{F}_i = \frac{NI}{2a \cdot 2 \cdot p} \text{ ampères-tours.}$$

En appelant I l'intensité totale de la machine en ampères et N le nombre total de fils sur l'induit, $2a$ étant le nombre de circuits parallèles.

De ces formules on tire :

$$\mathcal{F} = \frac{NI \cdot \alpha}{4 \cdot a \cdot p}. \qquad (4)$$

La formule qui relie E force électromotrice de la machine avec le flux utile Φ_u permet de tirer N en connaissant la vitesse angulaire en tours par minute. En effet, on a :

$$\Phi_u = \frac{(E + e) \cdot 60 \cdot 10^8 \cdot a}{\omega \cdot N \cdot p}$$

dans laquelle $E + e$ représente la force électromotrice totale qui dépend de la perte ohmique; admettons 2 pour 100 de perte dans l'induit nous aurons :

$$E + e = 1,02\ E$$

d'où

$$N = \frac{1,02 \cdot 60 \cdot E \cdot a \cdot 10^8}{\omega \cdot p \cdot \Phi_u} = \frac{61 \cdot 10^8 \cdot E \cdot a}{\omega \cdot p \cdot \Phi_u}. \qquad (5)$$

Or le flux total Φ_t est donné par la formule $\Phi_t = \mathcal{B}_n s_n$ dans laquelle $\mathcal{B}_n$ représente l'induction dans les noyaux et s_n la section d'un noyau. Si nous admettons une induction maximum dans les noyaux de 15 500 gauss nous aurons :

$$\Phi_i = 15\,500 \cdot \frac{3{,}14 \,.\, d^2}{4} = 12\,200 \,.\, d^2 = 12\,200\; L^2.$$

Prenons maintenant comme coefficient de fuites de flux dans les noyaux et pièces polaires 1,17, nous aurons comme flux dans l'armature, ou flux utile :

$$\Phi_u = \frac{12\,200}{1{,}17} \cdot L^2 = 10\,400\; L^2. \qquad (6)$$

Ou en portant cette valeur dans (5) :

$$N = \frac{61 \,.\, E \,.\, a \,.\, 10^8}{\omega \,.\, p \,.\, 10\,400 \,.\, L^2} = \frac{5{,}85 \,.\, 10^5 \,.\, E \,.\, a}{\omega \,.\, p \,.\, L^2}. \qquad (7)$$

Portons cette valeur dans (4) il viendra :

$$\mathfrak{F}_i = \frac{5{,}85 \,.\, 10^5 \,.\, E \,.\, I \,.\, \alpha}{\omega \,.\, p^2 \,.\, 4 \,.\, L^2} = \frac{1{,}46 \,.\, 10^5 \,.\, E \,.\, I \,.\, \alpha}{\omega \,.\, L^2 \,.\, p^2}.$$

Posons $\frac{E \,.\, I \,.\, 1000}{\omega} = (P/\omega)$ cette quantité représente la puissance spécifique, en watts par 1000 t : m, on aura :

$$\mathfrak{F}_i = \frac{1{,}46 \,.\, 10^2 \,.\, (P/\omega) \,.\, \alpha}{L^2 p^2}. \qquad (8)$$

Nous pouvons maintenant évaluer la section s du fil qui est donnée par la formule :

$$s = \frac{l \,.\, \rho \,.\, p \,.\, \mathfrak{F}_i}{E}$$

dans laquelle ρ est la résistivité du cuivre à 17° C environ, soit $\rho = 2 \,.\, 10^{-6}$. Nous aurons :

$$s = \frac{1{,}46 \,.\, 10^2 \,.\, (P/\omega) \,.\, \alpha \,.\, 4L \,.\, 2 \,.\, 10^{-6} p}{L^2 \,.\, p^2 \,.\, E}\ \text{cm}^2,$$

ou en simplifiant :

$$s = \frac{1{,}17 \,.\, 10^{-3} \,.\, (P/\omega) \,.\, \alpha}{L \,.\, p \,.\, E}\ \text{cm}^2. \qquad (9)$$

Désignons par γ la perte admise dans les inducteurs en centièmes de la puissance totale. On aura comme perte en watts $(P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma \,.\, 10^{-5}$. La résistance des inducteurs sera donc de $\frac{E^2 \,.\, 10^5}{(P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma}$ et la longueur du fil sera de :

$$L = \frac{E^2 \,.\, 10^5 \,.\, s \,.\, 10^6}{(P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma \,.\, 2} = \frac{5 \,.\, 10^{10} \,.\, E^2 \,.\, s}{(P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma}\ \text{cm}.$$

Et en remplaçant s par sa valeur tirée de (9) il viendra :

$$L = \frac{5{,}85 \,.\, 10^7 \,.\, \alpha \,.\, E}{\omega \,.\, \gamma \,.\, L \,.\, p}\ \text{cm}.$$

Le volume du fil sera donc de :

$$V = \frac{5{,}85 \,.\, 10^7 \,.\, \alpha \,.\, E}{\omega \,.\, \gamma \,.\, L \,.\, p} \cdot \frac{11{,}7 \,.\, (P/\omega) \,.\, \alpha}{L \,.\, p \,.\, E \,.\, 10^4} =$$

$$= \frac{6{,}82 \,.\, 10^4 \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{\omega \,.\, \gamma \,.\, L^2 \,.\, p^2}\ \text{cm}^3.$$

La masse du fil M_1 en admettant une densité de 8,8 pour le cuivre sera de :

$$M_1 = \frac{6{,}82 \,.\, 8{,}8 \,.\, 10^4 \,.\, 10^{-3} \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{\omega \,.\, \gamma \,.\, L^2 \,.\, p^2} = \frac{600 \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{p^2 \,.\, L^2 \,.\, \omega \,.\, \gamma}\ \text{kg}.$$

Ou, en remplaçant L par sa valeur tirée de (1) nous aurons :

$$M_1 = \frac{150 \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{\omega \,.\, \gamma \,.\, R^2}. \qquad (10)$$

Soit a le prix du cuivre en fr : kg. Le prix total du cuivre inducteur sera de :

$$\mathfrak{P}_1 = \frac{150 \,.\, a \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{\omega \,.\, \gamma \,.\, R^2}\ \text{fr}. \qquad (11)$$

Poids et prix du cuivre induit. — La longueur d'une barre avec les extrémités pour un enroulement en tambour est en centimètres environ de :

$$\frac{4R}{p} + L \quad \text{soit} \quad \frac{4R + pL}{p}. \qquad (12)$$

La section des barres, en admettant dans le cuivre une densité de 3 A : mm² sera :

$$\frac{I \,.\, 10^{-4}}{2a \,.\, 3}\ \text{dm}^2;$$

et le volume du cuivre sera :

$$\frac{NI(4R + pL)10^{-5}}{6ap}\ \text{dm}^3.$$

La masse M_2 sera donc de :

$$M_2 = \frac{NI(4R + pL)10^{-5}}{ap}\ \text{kg}. \qquad (13)$$

Remplaçons dans cette formule N par sa valeur tirée de (7), nous aurons :

$$M_2 = \frac{E \,.\, a\, I(4R + pL)8{,}8}{\omega \,.\, p \,.\, L^2 \,.\, a \,.\, p}\ \text{kg},$$

soit en simplifiant :

$$M_2 = \frac{8{,}8\, E \,.\, I \,.\, (4R + pL)}{\omega \,.\, p^2 \,.\, L^2}\ \text{kg}.$$

D'après (1) on trouve :

$$4R + pL = 6R.$$

D'où :

$$M_2 = \frac{5{,}3 \,.\, 10^{-2}\,(P/\omega)R}{p^2 \,.\, L^2},$$

et en remplaçant L par sa valeur tirée de (1) il vient :

$$M_2 = \frac{1{,}32 \,.\, 10^{-2} \,.\, (P/\omega)}{R}\ \text{kg}. \qquad (14)$$

Et si l'on appelle b le prix en fr par kg de cuivre étiré pour barres d'induit, on aura :

$$\mathfrak{P}_2 = \frac{1{,}32 \,.\, 10^{-2}\,(P/\omega) \,.\, b}{R}\ \text{fr}, \qquad (15)$$

$\mathfrak{P}_2$ étant le prix du cuivre induit.

Poids et prix des tôles de l'induit. — Admettons une induction magnétique de 8000 gauss dans le fer induit, nous aurons en prenant le flux utile Φ_u tiré de la formule (6), et en appelant s_f la section utile du fer.

$$s_f = \frac{10 \cdot 400 \cdot L^2}{2 \cdot 8000} = 0{,}65 \cdot L^2.$$

La hauteur de la couronne h_c devra donc être :

$$h_c = \frac{0{,}65 \cdot L^2}{L} = 0{,}65 \cdot L \text{ cm.}$$

et le diamètre moyen de la couronne d_c sera :

$$d_c = 2R - 0{,}65 \cdot L \text{ cm}$$

ou d'après la formule (1)

$$d_c = 2R - 0{,}65 \cdot \frac{2R}{p} = \frac{2R}{p}(p - 0{,}65).$$

Et le volume du fer sera :

$$\frac{2R}{p}(p - 0{,}65) \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}65 \cdot L^2 \text{ cm}^3$$

ou

$$\frac{16{,}4 \cdot R^3}{p^3}(p - 0{,}65) \text{ cm}^3.$$

Prenons maintenant comme densité des tôles 7,8, la masse M_3 et le prix P_3 a raison de c fr le kg seront :

$$M_3 = \frac{0{,}128 R^3}{p^3}(p - 0{,}65) \text{ kg},$$

$$\mathfrak{P}_3 = \frac{0{,}128 \cdot c \cdot R^3}{p^3}(p - 0{,}65) \text{ fr.} \qquad (16)$$

Poids et prix des pôles. — La hauteur des pôles dépend de l'échauffement prévu pour le fil inducteur. Comptons sur une surface puissancique de refroidissement des bobines nécessaire de 8 cm² : watt, de façon à réaliser un échauffement normal.

Le diamètre du noyau étant L, la section sera, en supposant, à cause des défauts de fonderie, une section réelle de 5 pour 100 plus faible que la section apparente

$$\frac{\pi L^2}{4} \cdot 0{,}95 = 0{,}75 L^2 \text{ cm}^2.$$

Nous avons déjà vu que la perte dans les inducteurs était au total de

$$(P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \cdot 10^{-5},$$

soit :

$$\frac{(P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \cdot 10^{-5}}{2p} \text{ watts}$$

pour une bobine seule, la surface de la bobine devra être, d'après l'hypothèse précédente

$$\frac{(P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \cdot 10^{-5}}{2p} \cdot 8 \text{ cm}^2.$$

Le périmètre extérieur d'une bobine peut approximativement être pris égal à

$$1{,}4 \cdot 3{,}14 \cdot L = 4{,}4 \cdot L.$$

La hauteur d'enroulement du fil sera donc de :

$$\frac{4 \cdot (P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \cdot 10^{-5}}{4{,}4 p \cdot L} \text{ cm.}$$

En comptant pour la hauteur du noyau 10 pour 100 de plus que pour la hauteur de la bobine, on aura en appelant H la hauteur du noyau

$$H = \frac{(P/\omega) \cdot \gamma \cdot 10^{-5}}{p \cdot L}, \qquad (17)$$

et en appelant V_n le volume d'un noyau

$$V_n = \frac{0{,}75 \cdot L^2 \cdot (P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \cdot 10^{-5}}{p \cdot L}.$$

Le volume de $2p$ noyaux sera :

$$1{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot L \cdot (P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \text{ cm}^3,$$

et la masse M_4 sera :

$$M_4 = 11{,}7 \cdot L \cdot (P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \cdot 10^{-8} \text{ kg.}$$

ou en remplaçant L par sa valeur tirée de (1)

$$M_4 = \frac{2{,}57 \cdot R \cdot (P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \cdot 10^{-7}}{p} \text{ kg}$$

et le prix, à g fr par kg sera :

$$\mathfrak{P}_4 = \frac{2{,}57 \cdot 10^{-7} \cdot R \cdot (P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \cdot g}{p} \text{ fr.} \qquad (18)$$

Poids et prix de la culasse. — Pour obtenir le volume de la culasse, il nous faut connaitre la section S_c et le diamètre moyen D_c.

Or :

$$D_c = 2R + 2H.$$

La masse M_5 sera donc :

$$M_5 = \frac{3{,}14 \cdot 7{,}8}{1000} \cdot 2 S_c(R + H) = 4{,}9 \cdot 10^{-2} \cdot S_c(R + H) \text{ kg.}$$

La section S_c peut être prise égale à moitié de celle du noyau de façon à obtenir la même induction magnétique. Donc :

$$S_c = 0{,}37 \cdot L^2,$$

$$M_5 = 1{,}8 \cdot 10^{-2} \cdot L^2(R + H)$$
$$= 1{,}8 \cdot 10^{-2} \cdot L^2 \left[R + \frac{(P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma \cdot 10^{-5}}{pL}\right].$$

La valeur de H étant tirée de (17) ou

$$M_5 = 1{,}8 \cdot 10^{-2} \cdot RL^2 + 1{,}8 \cdot 10^{-7} \frac{L(P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma}{p} \text{ kg.}$$

$$= 1{,}8 \cdot \frac{4 \cdot R^3}{p^2} + 1{,}8 \cdot 10^{-7} \frac{(P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma}{p^2} \cdot 2R \text{ kg},$$

$$= 7{,}2 \cdot \frac{10^{-2} \cdot R^3}{p^2} + 3{,}6 \cdot \frac{(P/\omega) \cdot \omega \cdot \gamma}{p^2} R \cdot 10^{-7} \text{ kg},$$

et comme nous avons appelé g le prix en fr par kg d'acier coulé nous aurons :

$$\mathfrak{P}_5 = \frac{7,2 \,.\, 10^{-2} \,.\, R^3 g}{p^2} + 3,6 \,.\, \frac{(P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma R g}{p^2} \cdot 10^{-7} \text{ fr.} \quad (19)$$

Effectuons maintenant la somme de tous les prix ainsi établis, c'est-à-dire la somme des seconds membres des équations (11), (15), (16), (18) et (19) en ordonnant par rapport à R. Nous trouvons pour le prix total $\mathfrak{P}_t$:

$$\mathfrak{P}_t = \frac{150 \,.\, a \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{\gamma \,.\, \omega \,.\, R^2} + \frac{1,32 \,.\, 10^{-2} \,.\, (P/\omega) \,.\, b}{R} +$$
$$+ \frac{(P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma \,.\, g \,.\, 2,57 \,.\, 10^{-7}}{p} \,.\, R +$$
$$+ \frac{3,6 \,.\, 10^{-7} (P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma \,.\, g \,.}{p^2} R + \frac{7,2 \,.\, 10^{-2} \,.\, g \,.}{p^2} R^3 +$$
$$+ \frac{0,128 \,.\, c \,.\, (p - 0,65)}{p^3} \,.\, R^3,$$

ou

$$\mathfrak{P}_t = \frac{150 \,.\, a \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{\omega \,.\, \gamma \,.\, R^2} + \frac{1,32 \,.\, 10^{-2} \,.\, (P/\omega) \,.\, b}{R} +$$
$$+ \frac{(P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma \,.\, g}{p} \,.\, 2,57 \,.\, 10^{-7} \,.\, \left(1 + \frac{1,4}{p}\right) \,.\, R +$$
$$+ \left[7,2 \,.\, 10^{-2} \,.\, g \,.\, p + 0,128 \,.\, c \,.\, (p - 0,65)\right] \frac{R^3}{p^3}.$$

Cherchons la valeur de R qui rend cette expression minimum et pour cela prenons la dérivée par rapport à R et égalons-la à zéro nous aurons :

$$\frac{300 \,.\, a \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{\omega \,.\, \gamma} \cdot \frac{1}{R^3} + \frac{1,32 \,.\, 10^{-2} \,.\, (P/\omega) \,.\, b}{R^2} =$$
$$= \frac{(P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma \,.\, g \,.\, 2,57 \,.\, 10^{-7} \,.\, (1,4 + p)}{p^2} +$$
$$+ \frac{3[7,2 \,.\, 10^{-2} \,.\, pg + 0,128 \,.\, c \,.\, (p - 0,65)] \,.\, R^2}{p^3}.$$

Ce qui peut s'écrire en multipliant tous les termes par R^3 :

$$\frac{300 \,.\, a \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{\omega \,.\, \gamma} + 1,32 \,.\, 10^{-2} \,.\, b \,.\, (P/\omega) \,.\, R =$$
$$= \frac{2,57 \,.\, 10^{-7} \,.\, (1,4 + p)}{p} \cdot (P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma \,.\, g \,.\, R^3 +$$
$$+ \frac{3[7,2 \,.\, 10^{-2} \,.\, pg + 0,128 \,.\, c \,.\, (p - 0,65)]}{p^3} R^5. \quad (20)$$

Cette formule ne peut être résolue que par approximations successives.

Mais on peut obtenir une première approximation souvent suffisante pour R en négligeant les termes en R et R^3 et en résolvant l'expression beaucoup plus simple.

$$\frac{300 \,.\, a \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega)}{\omega \,.\, \gamma} =$$
$$\frac{3[7,2 \,.\, 10^{-2} \,.\, pg + 0,128 \,.\, c \,.\, (p - 0,65)]}{p^3} \,.\, R^5,$$

ce qui donne :

$$R^5 = \frac{100 \,.\, a \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega) \,.\, p^3}{\omega \,.\, \gamma \,.\, [7,2 \,.\, 10^{-2} \,.\, pg + 0,128 \,.\, c \,.\, (p - 0,65)]} \cdot \quad (21)$$

On vérifiera ensuite si la valeur de R tirée de (21) vérifie avec une exactitude suffisante l'expression

$$1,32 \,.\, 10^{-2} \,.\, b \,.\, (P/\omega) \,.\, R =$$
$$= \frac{2,57 \,.\, 10^{-7} \,.\, (1,4 + p)}{p^2} \cdot (P/\omega) \,.\, \omega \,.\, \gamma \,.\, g \,.\, R^3 \quad (22)$$

et en quelques opérations il sera facile d'obtenir une valeur de R qui satisfasse à l'équation (20).

Prenons comme prix des matières, les valeurs ci-dessous :

$a = 7$ fr par kg.

$c = 0,35$ —

$g = 0,35$ —

La formule (21) deviendra :

$$R^5 = \frac{700 \,.\, \alpha^2 \,.\, (P/\omega) \,.\, p^3}{\omega \,.\, \gamma \,.\, 0,07 \,.\, (p - 0,41)} = \frac{(P/\omega) \,.\, p^3 \,.\, \alpha^2 \,.\, 10^4}{\omega \,.\, \gamma \, (p - 0,41)} \cdot \quad (23)$$

Les résultats obtenus en employant cette formule sont toujours très voisins de ceux indiqués par la pratique, malgré toutes les conventions arbitraires faites pour l'établir. Ceci tient à ce que, dans les environs du minimum de prix on peut faire varier les dimensions d'une machine dans d'assez grandes proportions sans s'éloigner sensiblement de ce minimum.

Pour utiliser cette formule il faut commencer par se donner le nombre de pôles puis rechercher (P/ω) par la formule $(P/\omega) = \frac{EI \, 1000}{\omega}$ on admettra ensuite une perte en watts γ en centièmes de la puissance totale dans les inducteurs et un rapport α entre les forces magnétomotrices de l'inducteur et de l'induit en charge. Ce rapport peut être pris égal à 1,73 soit $\alpha^2 = 3$; ω étant donné, on tire facilement R^5, puis R et enfin L par la formule (1).

Les autres données : hauteur des noyaux, hauteur du fer induit, etc., sont calculées par les formules établies au cours de cette étude.

Cette méthode, qui ne peut servir que pour établir un avant-projet, donne en général des résultats satisfaisants quand on est habitué à son emploi. Elle trouve son application chaque fois qu'il est nécessaire de vérifier rapidement des dimensions choisies arbitrairement pour commencer une étude.

L. Isambert.

L'UTILISATION A L'ÉTRANGER

DE

L'ÉNERGIE HYDRAULIQUE DE LA SUISSE

Le Conseil fédéral vient de présenter à l'Assemblée fédérale un projet d'arrêté relatif à l'utilisation à l'étranger de l'énergie hydraulique, par lequel les autorisations ne pourront être accordées que par le Conseil fédéral. Le

message présentant ce projet s'exprime dans les termes suivants :

« La Suisse possède, comme pays de montagnes, une réserve de forces hydrauliques d'une utilisation relativement facile; c'est un capital qui constitue une partie importante de la richesse nationale et la valeur en a été considérablement augmentée à partir du jour où, l'électricité inaugurant sa marche triomphale à travers le monde, la technique de la transformation des forces hydrauliques en énergie électrique a pris un essor qui tient du prodige.

« Grâce aux progrès réalisés dans ce domaine, la Suisse, jusqu'ici tributaire de l'étranger pour la houille destinée à la production de la force motrice mécanique, peut remplacer désormais ce combustible, dans une très forte mesure, par la force motrice hydraulique indigène.

« Or, s'il est vrai que nous dépendons de l'étranger pour l'écoulement de nos produits industriels, nous devons en revanche saluer avec joie la réduction du tribut que nous payons au dehors pour la plus importante des matières premières nécessaires à notre industrie. Aussi le peuple suisse a-t-il déjà le sentiment que nos forces motrices hydrauliques constituent une ressource inappréciable sur laquelle il doit veiller plus soigneusement qu'il ne l'a fait jusqu'ici. D'où la nécessité, pour les autorités du pays, de se préoccuper de la question et d'y vouer une plus grande attention que jusqu'à ce jour.

« Nous avons à veiller, en première ligne, à ce que la Suisse puisse disposer des forces motrices hydrauliques nécessaires, lorsqu'elle voudra exploiter par l'électricité ses voies ferrées, dont la plupart sont déjà nationalisées. Nous avons à travailler, en second lieu, à assurer l'emploi de nos chutes d'eau au profit de la production et de la consommation indigènes. Enfin nous devons aviser aux voies et moyens d'utiliser les forces motrices hydrauliques du pays d'une manière rationnelle et, dans l'intérêt de l'ensemble de la population, de prévenir la dilapidation de ce bien commun, et d'éviter, en troisième lieu, que l'État ne soit un jour obligé de recourir exclusivement au moyen très onéreux de l'expropriation pour le rachat de ce qui est déjà concédé ou le sera encore.

« Comme vous le savez, nous accordons, depuis un certain temps déjà, toute notre attention à la première de ces tâches. Nous nous occupons de la deuxième dans l'exposé et les propositions qui vont suivre.

« La réalisation du troisième et du plus important des buts à poursuivre offre de sérieuses difficultés, en tant que la tâche incombe à la Confédération. La principale difficulté réside dans le fait que la Confédération doit préalablement s'entendre avec les cantons et trouver le moyen de tenir suffisamment compte de leurs intérêts légitimes. Nous vouerons à cette troisième tâche toute la sollicitude qu'elle mérite.

« Examinons aujourd'hui de plus près le deuxième but à atteindre :

« La charge ou pente de nos cours d'eau et des affluents de nos lacs est une propriété publique au sens strict du mot et, dans une acception plus étendue, un bien national. Les communes, les cantons et la Confédération s'efforcent de régulariser le cours des fleuves, rivières ou torrents, d'empêcher la destruction des installations hydrauliques qui existent déjà et de prévenir les dégâts auxquels sont exposées ces installations et auxquels pourraient l'être celles qui seront créées plus tard. Le pays a déjà dépensé dans ce but plusieurs millions de francs. Or, bien que la correction de nos cours d'eau profite dans une large mesure aux États voisins, la Suisse a toujours pris la dépense exclusivement à sa charge.

« C'est une raison de plus pour nous d'envisager comme notre droit et à l'égard du peuple comme notre devoir, d'assurer au pays, dans l'intérêt national, l'utilisation des chutes d'eau qui existent sur le territoire suisse. Aussi longtemps, et tant que ces dernières ne sont pas utilisées en Suisse, rien n'empêche d'en concéder la jouissance dans les États voisins. Mais, dès qu'elles trouvent chez nous leur emploi, c'est à *cet emploi* dans l'intérieur du pays qu'elles doivent être affectées en toute première ligne. Et si nos forces motrices hydrauliques devaient contribuer à assurer la victoire à l'industrie étrangère, qui travaille déjà dans des conditions plus favorables que la nôtre, au double point de vue des salaires et de l'écoulement des produits, nous voulons pouvoir retirer des mains de nos concurrents des armes qui sont à nous.

« Nous vous proposons, en conséquence, un arrêté qui nous permette de conserver à notre pays ce qui lui appartient. »

Le message continue en donnant les raisons pour lesquelles l'urgence est demandée.

Les articles les plus intéressants du projet d'arrêté sont les suivants :

Article premier. — La dérivation à l'étranger d'énergie électrique provenant en totalité ou en partie de forces motrices hydrauliques suisses ne peut avoir lieu sans l'autorisation du Conseil fédéral. Les traités internationaux demeurent réservés.

Article 3. — Le Conseil fédéral accorde l'autorisation, en tant que la force motrice hydraulique ne trouve pas d'emploi en Suisse, et dans la mesure seulement où l'autorisation qui en est faite à l'étranger ne lèse aucun intérêt suisse.

Article 4. — L'autorisation est accordée pour un temps limité, dont la durée ne peut excéder 20 ans, et elle peut être renouvelée ou modifiée une ou plusieurs fois à la requête du propriétaire.

Article 5. — Moyennant indemnité, le Conseil fédéral peut retirer en tout temps son autorisation pendant la période pour laquelle elle a été accordée. Le tribunal fédéral juge les cas de contestation sur le chiffre de l'indemnité.

L'AUTO-MIXTE

VOITURE THERMO-ÉLECTROMOBILE, SYSTÈME HENRI PIEPER

Entre la voiture à moteur thermique et l'électromobile viennent se classer une série de véhicules intermédiaires dans lesquels l'électricité joue un rôle plus ou moins important et utile, souvent discuté, généralement contesté, mais qui, dans chaque cas, justifie son emploi et son application à des cas déterminés. Ce sont les véhicules *thermo-électromobiles*. On peut, au point de vue des principes mis en jeu, classer les voitures thermo-électromobiles en trois groupes :

1° *Voitures à transmissions électriques*. — Le moteur thermique actionne une dynamo dont le courant actionne à son tour le moteur ou les moteurs. Tout ou partie de la puissance du moteur thermique est transformée en puissance électrique aux dépens du rendement.

2° *Voitures mixtes*. — Le moteur thermique actionne directement l'arbre du différentiel en prise directe à toutes les vitesses. Une dynamo reliée à une batterie d'accumulateurs constitue un cheval de renfort destiné à fournir l'appoint de puissance nécessaire dans les côtes et les démarrages.

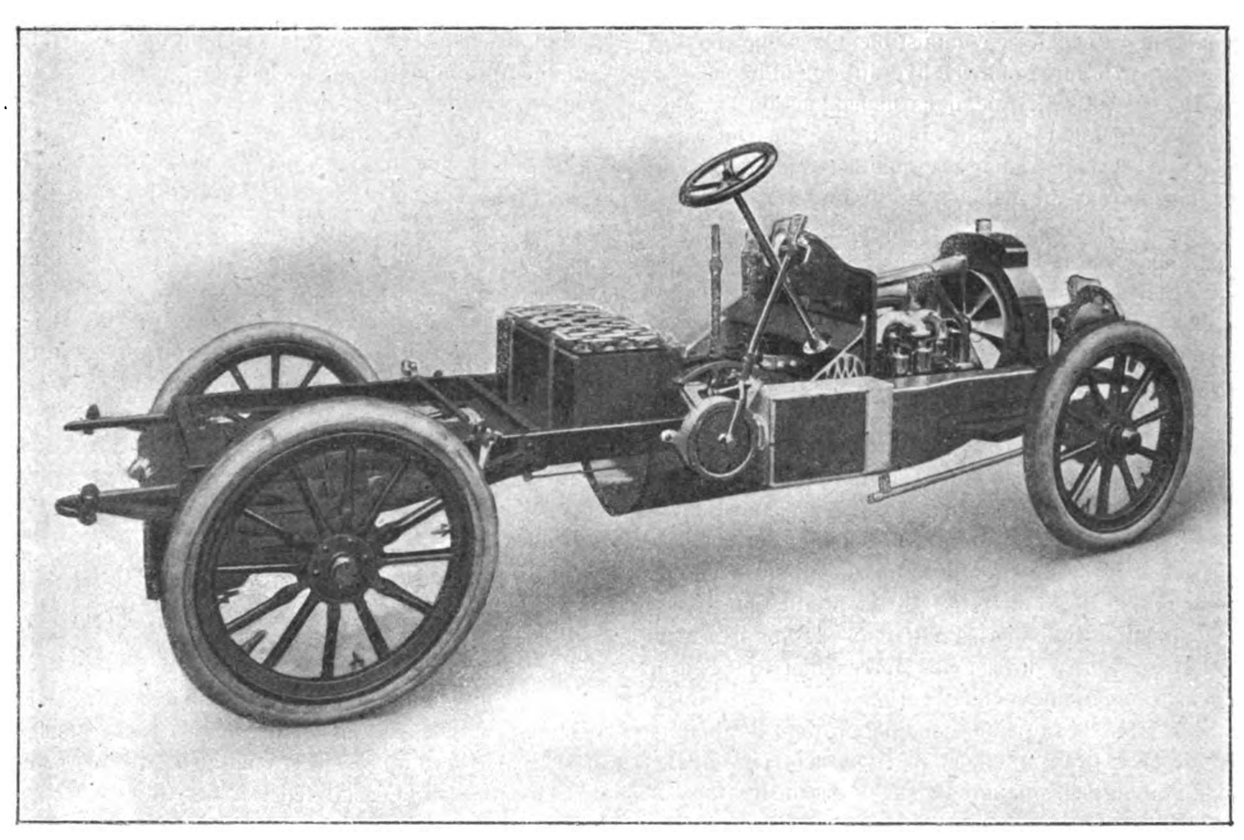


Fig. 1. — Vue d'ensemble du châssis de l'*Auto-mixte*.

3° *Voitures à groupe électrogène*. — Une dynamo actionnée par un moteur thermique maintient en charge une batterie d'accumulateurs à laquelle sont reliés le moteur ou les moteurs électriques de la voiture.

De ces trois solutions, la troisième, qui a reçu quelques rares applications, doit être actuellement rejetée, car elle ne correspond plus aux goûts actuels de vitesse, et conduit à un véhicule d'un poids prohibitif.

La voiture à transmissions électriques, dans laquelle la puissance du moteur thermique subit une double transformation avant d'atteindre les roues motrices, joint à cet inconvénient celui de limiter la puissance disponible à celle du moteur thermique, sans lui fournir le moindre appoint. Si son utilité ne parait pas évidente pour la voiture de ville ou de tourisme, il n'en est pas de même en ce qui concerne les poids lourds et les omnibus automobiles. La transmission électrique présente, au point de vue des démarrages et des changements de vitesse, une souplesse, une élasticité et un confortable que la voiture à pétrole ne possède pas au même degré.

Mais nos préférences vont, sans contredit, à la *voiture mixte*, dans laquelle l'adjonction d'une dynamo et d'une batterie d'accumulateurs procure les avantages suivants :

Manœuvres extrêmement faciles avec *trois* organes seulement ;

Suppression des changements de vitesse, de l'avance à l'allumage, des leviers de carburation et d'étranglement

des gaz, de la pédale d'accélération, de la manivelle de mise en marche et de la magnéto;

Embrayage et freinage progressifs;

Mise en marche automatique instantanée;

Allumage électrique;

Freinage électrique dans les descentes;

Éclairage électrique des phares et de l'intérieur du véhicule.

On objectera certainement que tous ces avantages reposent sur le bon fonctionnement de la dynamo et de la batterie d'accumulateurs.

Si les dynamos, dont des centaines de milliers fonctionnent aujourd'hui sur les tramways et les chemins de fer répondent victorieusement à la critique par leur exemple, il ne semble pas en être de même, *à priori*. des accumulateurs dont la mauvaise réputation est, d'ailleurs, le plus souvent justifiée. Mais, sans parler des progrès réalisés dans leur fabrication depuis quelques années, disons que les conditions toutes spéciales dans lesquelles les accumulateurs travaillant dans une automixte leur permettent d'échapper aux reproches faits aux batteries établies sur une voiture purement électrique.

Dans une auto-mixte, en effet, la batterie est assimi-

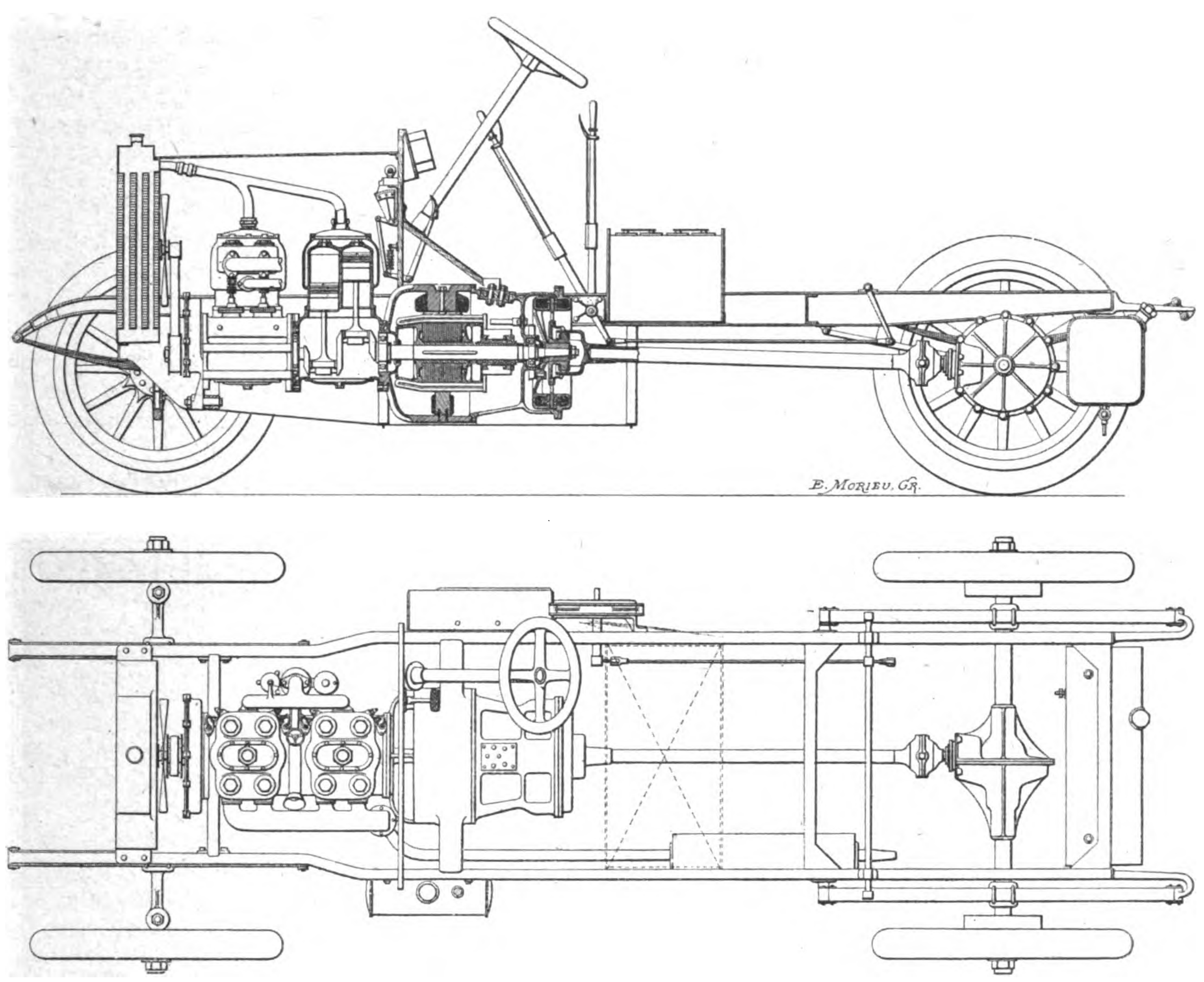


Fig. 2. — Coupe longitudinale, élévation et plan du châssis.

lable à la *batterie-tampon* des stations de tramways : elle n'est jamais complètement déchargée, et se trouve mise en charge dès qu'elle a achevé de fournir l'appoint de puissance qui lui est demandé, généralement pendant un temps assez court. Elle n'est donc jamais exposée à se sulfater et, comme on le verra dans la description qui va suivre, elle n'est jamais non plus mise en surcharge, car c'est elle-même qui règle le courant de charge et l'annule lorsque sa f. é. m. dépasse une certaine valeur.

Rappelons, à ce propos, les expériences faites à l'Automobile-Club de France en 1898, lors du premier concours d'accumulateurs, et dont les résultats ont été relatés ici-même [1], en décrivant le premier modèle d'auto-mixte créé par M. H. Pieper.

Nous avions constaté, dans ce concours, qu'un élément d'une capacité donnée capable de fournir, au début de sa décharge, un courant de 100 A sous une différence de potentiel de 1,8 v, s'*inversait* pour le même courant

[1] *L'Industrie électrique* du 25 juin 1899, n° 182, p. 318.

après avoir débité 60 à 70 pour 100 de sa capacité normale et absorbait de 0,3 à 0,5 v. Au lieu de produire 180 w, l'élément en absorbait de 30 à 50.

Ce fait expérimental établit que des accumulateurs maintenus en charge peuvent fournir des puissances massiques très élevées, et constituer ainsi un *cheval de renfort* très réduit en poids, en prix et en dimensions, et rendant un grand nombre de services auxiliaires qui font précisément le charme et l'agrément de la voiture mixte.

L'*Auto-mixte* de M. Henri Pieper exposée au Salon de l'Automobile, du Cycle et des Sports en décembre dernier, et qui en constituait la nouveauté la plus intéressante, est un perfectionnement de la voiture pétro-accumobile exposée à Paris en 1899 par les établissements Pieper, de Liège. Elle en diffère par les proportions, par la suppression d'un changement de vitesse mécanique jugé alors utile, et par des dispositifs très ingénieux de réglage automatique qui, pendant la marche normale, réduisent les opérations que doit effectuer le conducteur à la manœuvre du volant de direction et d'une pédale servant à la fois d'embrayage et de frein.

DESCRIPTION

Dispositions générales. — Un moteur à pétrole actionne une dynamo montée sur le même arbre et celle-ci, excitée en dérivation, est reliée à une batterie d'accumulateurs. La dynamo fonctionne en moteur ou en générateur, suivant que sa f. é. m. est plus petite ou plus grande que celle de la batterie. Dans le premier cas, elle produit un excédent de puissance; dans le second, elle absorbe l'excès de puissance fournie par le moteur. L'ensemble constitue une véritable station centrale électrique (moteur thermique, dynamo et batterie-tampon) permettant de très grandes variations de puissance utile avec un moteur thermique de puissance moyenne modérée, les à-coups étant supportés ou absorbés par la batterie.

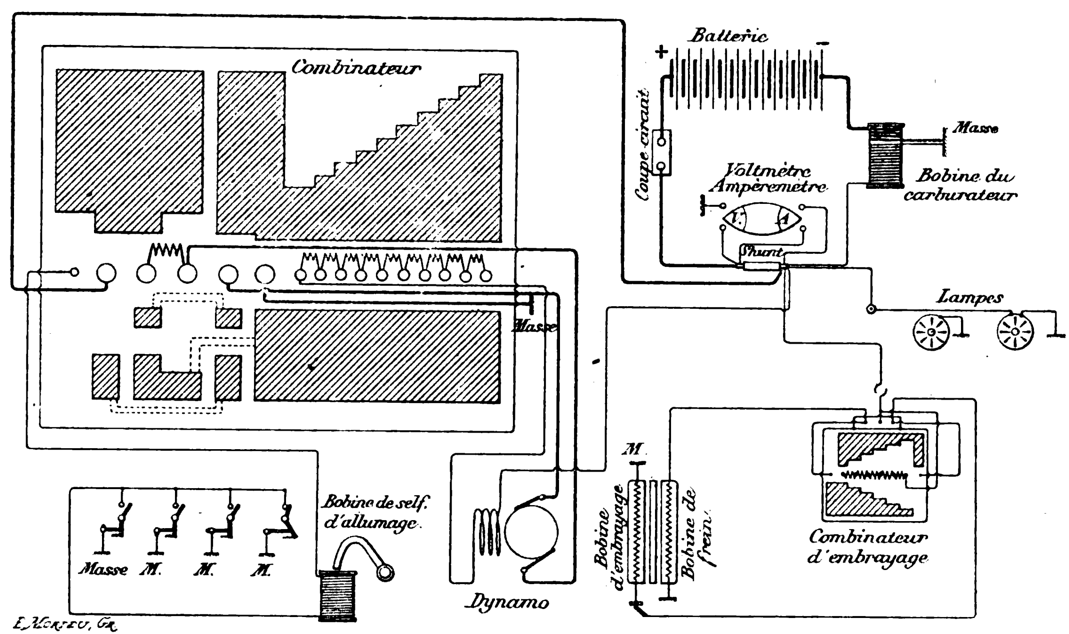


Fig. 3. — Diagramme des connexions électriques.

Cette batterie est toujours maintenue en charge par la dynamo et sert, en dehors de son rôle de cheval de renfort, à la mise en marche automatique, à l'embrayage et au freinage, à l'allumage, à l'éclairage et à tels autres services accessoires qui pourraient lui être éventuellement demandés (chauffage du volant de direction, chauffe-pieds, allume-cigare, signaux électriques, etc.).

La figure 1 est une vue d'ensemble du châssis de l'*Auto-mixte*. La figure 2 en est une coupe longitudinale et une vue en plan, la figure 3 est un diagramme général des connexions électriques sur lequel il est facile de suivre les liaisons des différents organes électriques.

Moteur. — Le moteur est à quatre cylindres (10 cm de course, 10 cm d'alésage) à soupapes commandées, allumage par rupteurs et étincelle développée dans les cylindres par une self-induction variable, et produisant une véritable flamme dont la température est d'autant plus élevée que la vitesse du piston est plus grande et exige un allumage plus rapide du mélange.

Le refroidissement est obtenu par thermo-siphon et radiateur cloisonné soufflé par un ventilateur. Le carburateur produit un mélange de composition constante, admet les gaz en quantité automatiquement variable à chaque instant par un dispositif de réglage électromagnétique tel que les gaz sont entièrement ouverts chaque fois que la batterie se décharge et se ferment lorsque la batterie est chargée. La vitesse angulaire du moteur est limitée par celle que lui impose la dynamo qu'il actionne directement en bout d'arbre, en même temps que la couronne d'embrayage électromagnétique qui sert également de volant au moteur.

La prise directe fait que le moteur ne tourne jamais à une vitesse angulaire plus élevée que celle correspondant à l'allure même de la voiture, ce qui est avantageux au point de vue de la conservation des organes et du rendement. On sait d'ailleurs que le couple d'un moteur à explosion se trouve réduit aux grandes allures et sa consommation augmentée. Il n'est donc pas très avantageux de le faire tourner très vite lorsqu'on gravit une côte un peu dure.

Dynamo. — La dynamo est à quatre pôles, bobinage tambour série, excitée en dérivation, munie de pôles auxiliaires de commutation excités en série, ce qui permet de caler les balais en zone neutre et d'obtenir une bonne commutation, même avec des courants très intenses et un champ faible, sans aucune étincelle.

L'emploi des pôles auxiliaires a permis de faire varier la vitesse angulaire de la dynamo, par simple affaiblissement de l'exitation entre 400 et 1600 t:m, ainsi que celle du moteur à pétrole qui l'actionne. Cette variation d'excitation s'obtient à l'aide d'un combinateur qui donne aussi, dans d'autres positions, la mise en marche automatique, le freinage électrique et la marche arrière, purement électrique, à faible vitesse.

Accumulateurs. — La batterie se compose de 24 éléments Tudor montés en tension et étudiés spécialement pour fournir des courants très intenses sans détérioration. La batterie peut momentanément débiter jusqu'à 200 A correspondant à 8 kw sous un poids qui ne dépasse pas 150 kg et donne ainsi un coup de collier, parallèlement au moteur à essence de pétrole, dont le réglage est tel qu'il fonctionne à pleine admission de gaz dès que la batterie débite et tend à se décharger.

Après le coup de collier, la batterie se recharge automatiquement et avec un courant d'autant plus faible qu'elle s'approche davantage de son état de charge complet, c'est-à-dire que sa f. é. m. augmente. Ces résultats sont obtenus à l'aide du carburateur à réglage électromagnétique que nous allons décrire.

La batterie de 24 éléments donnant environ 50 v, tous les dispositifs (excitation, allumage, embrayage, freinage, éclairage) sont étudiés pour fonctionner normalement sous cette différence de potentiel.

Carburateur à réglage électromagnétique. — Ce carburateur représenté figure 4 est un carburateur Longuemare du type ordinaire, à flotteur et gicleur, mais dont la valve d'admission du mélange gazeux est réglée automatiquement par l'action d'un noyau en fer doux suspendu à un ressort et placé dans un solénoïde à double enroulement. L'un des enroulements, à fil fin, est monté en dérivation sur les bornes de la batterie, l'autre enroulement, à gros fil, est embroché dans le circuit reliant la dynamo et les accumulateurs.

La tension du ressort auquel est suspendu le solénoïde est réglée de telle façon que les accumulateurs étant bien chargés, lorsque la dynamo ne produit ni n'absorbe aucun courant, le moteur thermique développe juste la puissance nécessaire pour tirer la voiture à l'allure réglée et entretenir le mouvement de l'usine génératrice, ainsi que le faible courant nécessaire aux services auxiliaires

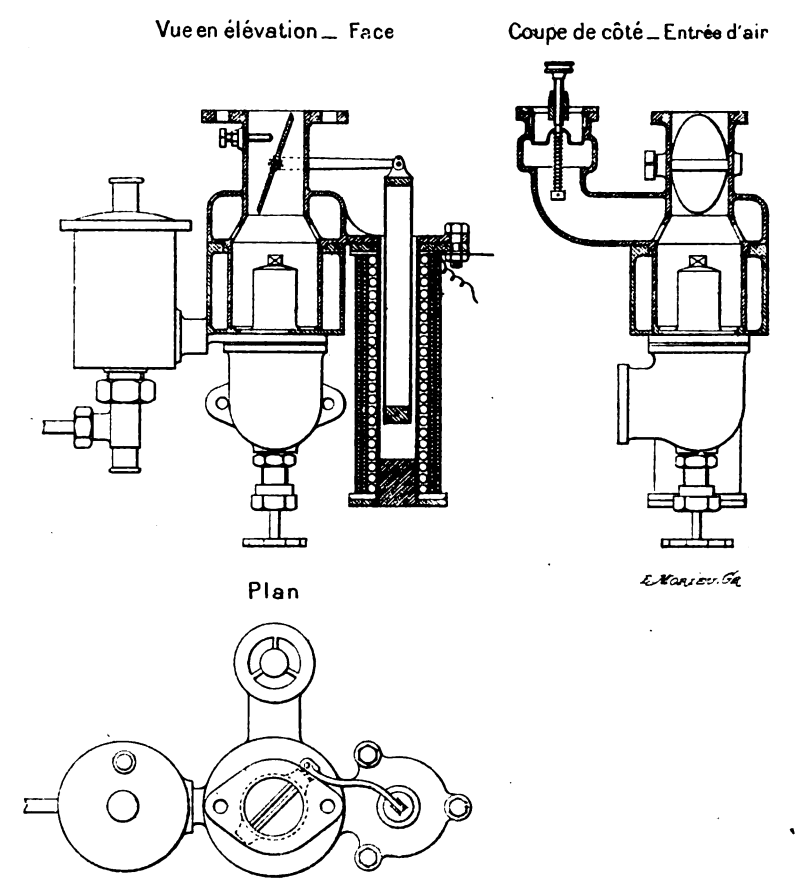


Fig. 4. — Carburateur à réglage électromagnétique.

de la batterie (allumage, excitation, et, éventuellement, éclairage).

Dans les démarrages et les coups de collier, le courant de décharge, traversant le gros fil du solénoïde, retranche sa force magnétomotrice de celle de l'enroulement shunt et *augmente* l'admission des gaz, de façon à faire donner au moteur sa pleine puissance.

Si, au contraire, c'est un courant de *charge* qui traverse le gros fil de la dynamo, son action s'ajoute à celle du solénoïde à fil fin et tend à fermer l'admission des gaz.

Dans ces conditions, toute cause qui a pour effet de décharger les accumulateurs agit sur le moteur thermique, automatiquement et instantanément, pour soulager la batterie et faire donner au moteur thermique sa

puissance maxima. Inversement, toute cause qui a pour effet d'augmenter le courant de charge ferme les gaz et s'oppose à ce que ce courant ne prenne une valeur excessive. C'est là le point intéressant et véritablement nouveau qui a rendu pratique l'emploi de la voiture mixte.

Le noyau du solénoïde est un *tube* en fer doux librement suspendu et *non fendu*. Il se déplace dans le champ magnétique produit par les enroulements du solénoïde et les courants induits dans ce tube amortissent les mouvements brusques qu'il pourrait effectuer, soit sous l'action des variations du courant de la batterie, soit sous l'action des chocs et des trépidations du châssis.

Combinateur. — Le combinateur constitue, avec le volant de direction et la pédale d'embrayage ou de freinage, l'un des *trois* organes nécessaires et suffisants à toutes les manœuvres (fig. 2).

La position 0 du combinateur correspond à l'ouverture de tous les circuits.

Le passage de la position 0 à la position 1 (petite vitesse) produit successivement :

1° La fermeture du circuit d'excitation de la dynamo sur la batterie sans résistance intercalée;

2° La mise en dérivation de l'induit sur la batterie avec intercalation d'une résistance de démarrage. Le moteur thermique démarre sous l'action du moteur électrique;

3° La fermeture du circuit d'allumage;

4° La mise en court-circuit de la résistance de démarrage.

Pendant cette manœuvre, le moteur thermique accélère, aspire son gaz et s'amorce. Il tend à augmenter de vitesse, mais celle-ci est limitée par l'excitation de la dynamo et correspond à la valeur pour laquelle la batterie reçoit un courant de charge approprié à son état actuel.

Les positions successives (2 à 12) correspondent à des vitesses croissantes réglées par l'excitation de la dynamo.

Chacun de ces crans correspond à une vitesse de plus en plus élevée. En passant de l'une à l'autre, l'ensemble du véhicule s'accélère, et pour chaque période d'accélération, l'énergie est empruntée en partie à la batterie qui actionne la dynamo du moteur pour lui faire produire le couple complémentaire, en partie au moteur thermique, dont l'arrivée des gaz s'ouvre en plein pour lui faire produire sa puissance maxima et soulager la batterie.

L'effet inverse se produit lorsqu'on ramène le levier en arrière. La dynamo plus excitée agit comme générateur et recharge la batterie en récupérant, tout en fermant les gaz si le courant de charge tend à prendre une valeur trop élevée.

En arrière du point 0, le combinateur comporte trois positions — 1, — 2 et — 3.

La position — 1 correspond à un freinage électrique. La dynamo excitée au maximum a son induit fermé en court-circuit. Elle agit en générateur et, dans une pente, prend une vitesse telle que le courant qu'elle engendre développe un couple résistant égal au couple moteur dû à la pente. Elle est alors en état d'équilibre dynamique et la voiture descend à très faible vitesse.

La position — 2 correspond au démarrage en marche arrière. Les inducteurs sont excités au maximum et l'induit est monté sur la batterie avec intercalation de résistance, mais en sens inverse de la marche normale. Les moteurs électrique et thermique tournent à l'envers sous l'action de la batterie, l'allumage électrique étant coupé.

La position — 3 conserve les mêmes connexions en shuntant la résistance de démarrage intercalée dans le circuit de l'induit.

On obtient ainsi la marche arrière à faible vitesse sous l'action de la batterie d'accumulateurs et la marche arrière par manœuvre de la pédale d'embrayage.

Le retour à la position 0 se fait en passant par les positions — 2 (affaiblissement du courant) et — 1 (freinage électrique).

Embrayage et freinage électromagnétiques. — La commande de la voiture se faisant toujours en prise directe, il faut un embrayage présentant une certaine souplesse pour lancer le véhicule à la première vitesse avec un moteur qui ne cale pas, c'est-à-dire dont la vitesse reste pratiquement constante pendant le démarrage, puisque toute tendance à ralentissement du moteur thermique est enrayée par l'action de la dynamo fonctionnant en moteur par le courant de décharge des accumulateurs et l'admission automatique du plein gaz au moteur thermique par suite de l'action du solénoïde.

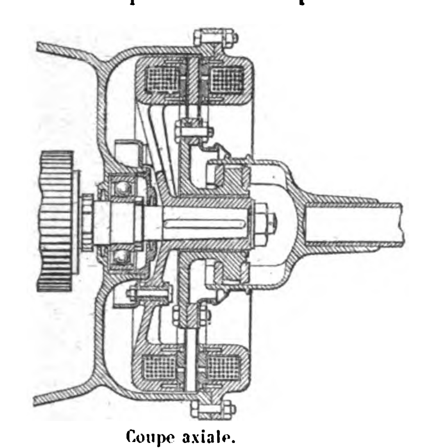
L'embrayage électromagnétique a résolu le problème du démarrage d'une façon très simple et très élégante, et, par surcroît, celui du freinage.

Le dispositif d'embrayage et de freinage électromagnétiques représenté figure 5 est constitué par un disque en fer monté sur l'arbre de commande du différentiel, et dont les faces sont en regard de deux couronnes également en fer, dont l'une, mobile, est montée sur le prolongement de l'arbre de la dynamo et l'autre est fixée au bâti. Chacune de ces couronnes porte un enroulement magnétisant dans lequel on fait passer un courant d'intensité variable par la pédale d'embrayage et de freinage. Ce courant développe un flux magnétique circulaire qui tend à se fermer par le plateau en fer. L'adhérence est fonction du courant qui, très faible au début, laisse glisser le plateau sur l'embrayage. Le courant est réglé par la pédale unique qui, suivant sa position, envoie, à l'aide d'un petit combinateur spécial, le courant dans le plateau mobile (embrayage) ou le plateau fixe (freinage). Dans la position moyenne intermédiaire, le courant est coupé et le système désembrayé. Pour faciliter l'adhérence, le plateau d'embrayage est divisé en huit secteurs et présente ainsi une certaine élasticité qui lui permet de s'appliquer exactement sur celui des deux disques traversé par le courant. On conçoit que la construction du combinateur ne permet pas d'embrayer et de freiner en même temps, et évite ainsi toute fausse manœuvre.

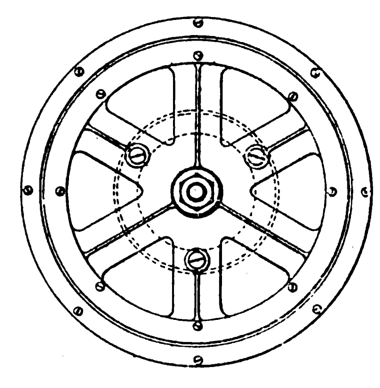
L'arrêt se faisant après avoir ramené le levier des vitesses à la position d'excitation maxima, la plus grande partie de l'énergie cinétique de la voiture est recueillie en récupération, et le freinage purement mécanique n'absorbe qu'une très faible partie de cette énergie, ce qui est avantageux au point de vue de l'usure de l'embrayage, de son échauffement et de sa conservation.

Allumage. — Le système d'allumage adopté est certainement le plus sûr et le plus efficace. Profitant du fait que la batterie est toujours suffisamment chargée pour faire démarrer le moteur à pétrole et assurer l'allumage, M. Pieper a adopté le système à bobine de self-induction et à rupteurs.

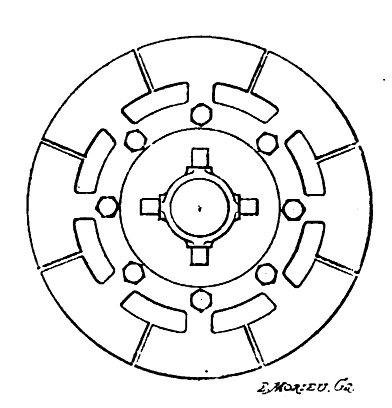
Un distributeur mécanique actionne périodiquement les rupteurs dans chacun des quatre cylindres, à chaque demi-tour, et développe l'étincelle d'allumage avec une avance déterminée une fois pour toutes et fixée à 12 pour 100 environ de la course finale de compression. Il n'y a donc pas, à proprement parler, de réglage d'avance



Coupe axiale.



Face de la couronne magnétisante.



Plateau d'embrayage.

Fig. 5. — Embrayage et frein électromagnétiques.

à l'allumage; cependant on réalise implicitement des conditions équivalentes en faisant varier la self-induction de la bobine d'allumage avec la vitesse angulaire du moteur thermique. A cet effet, le levier de commande du combinateur introduit un noyau de fer dans cette bobine et en augmente la self-induction lorsque la vitesse s'accroît, de façon à augmenter l'importance de l'étincelle et la rapidité de l'inflammation des gaz en fonction de la fréquence des explosions. On obtient ainsi pratiquement le même résultat qu'en réalisant l'avance à l'allumage produite par une étincelle de température constante, par un moyen d'une grande simplicité.

Appareils accessoires. — Les appareils accessoires utiles à la manœuvre simple, sûre, utile et agréable de la voiture sont : un coupe-circuit fusible, à bouchon, protégeant les accumulateurs contre une mise en court-circuit accidentelle. L'enlèvement du bouchon empêche la mise en marche du moteur. Sa fusion éventuelle prévient le conducteur d'un dérangemant et empêche tout accident.

Une fiche d'interruption placée sur le volant de direction et qui coupe le circuit d'embrayage, immobilisant ainsi la voiture.

Un voltmètre permettant de surveiller à chaque instant l'état de charge de la batterie.

Un ampèremètre permettant de voir à chaque instant si la batterie est en charge ou en décharge, de surveiller le fonctionnement des organes, et le réglage de la vitesse d'après les difficultés du terrain.

Un interrupteur placé sur le tablier et permettant l'allumage ou l'extinction des phares électriques alimentés par la batterie.

Un frein mécanique agissant sur les roues arrière, utilisé seulement en cas de nécessité, et installé surtout pour satisfaire aux exigences des règlements de la circulation automobile.

MANŒUVRE

Il nous reste peu de choses à dire pour expliquer les manœuvres fort simples de la voiture, manœuvres que nous allons énumérer dans l'ordre où elles se présentent le plus rationnellement.

Mise en marche. — Après avoir amené la pédale à fond de course, le combinateur est amené au cran 1 par le levier de commande. Pendant cette opération, la dynamo est excitée au maximum, puis le courant envoyé dans la dynamo qui tourne en moteur et lance le moteur thermique dont le circuit d'allumage est fermé à travers les rupteurs. Le groupe tourne à sa vitesse minima sous l'action de réglage de la dynamo.

Démarrage. — Le démarrage se fait par la pédale que l'on laisse se soulever lentement, de façon à envoyer un courant de plus en plus intense dans l'embrayage électromagnétique : l'adhérence du plateau augmente progressivement et le glissement diminue jusqu'à ce qu'il y ait entraînement parfait. L'ensemble fonctionne alors à la vitesse minima de régime. Pour les vitesses inférieures, on procède par glissement en appuyant plus ou moins sur

la pédale, ce qui introduit des résistances dans le circuit de l'embrayage.

Accroissement de vitesse. — Pour accélérer l'allure, on réduit progressivement l'excitation de la dynamo. A chaque cran correspond une vitesse à peu près définie procédant par variations insensibles d'un cran à l'autre jusqu'à la vitesse maxima correspondant à la plus faible excitation permise par la commutation et correspondant à la marche à grande vitesse en palier.

Entre la vitesse minima et la vitesse maxima, la marche aux différentes allures intermédiaires s'obtient sans toucher à la pédale.

Ralentissement. — Pour ralentir, le levier du combinateur est ramené plus ou moins lentement en arrière. L'excitation augmente peu à peu : pendant cette période, la dynamo agit comme générateur et ralentit la voiture en récupérant une partie de l'énergie cinétique du véhicule sous forme d'énergie électrique restituée aux accumulateurs. On peut ainsi ralentir jusqu'à la vitesse minima, correspondant à l'excitation maxima, et recueillir la plus grande partie de l'énergie cinétique au lieu de la dissiper en chaleur sur le plateau ou les couronnes des freins. Pendant la période de récupération, le courant de charge des accumulateurs ferme l'arrivée des gaz au moteur thermique et supprime la consommation d'essence pendant cette période.

Arrêt. — Après avoir ramené la vitesse à sa valeur minima, l'arrêt plus ou moins rapide s'obtient en appuyant sur la pédale, de façon à envoyer un courant de plus en plus intense dans le bobinage du frein électromagnétique. On peut ainsi graduer l'arrêt suivant les besoins de chaque cas particulier.

Frein électrique. — Dans une longue descente, on utilise le frein électrique en amenant le levier du combinateur à la position — 1. Les inducteurs sont excités et la dynamo travaille en génératrice, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Marche arrière. — Après avoir abaissé la pédale, on amène le levier du combinateur à la position — 2, puis à la position — 3 pour lancer le moteur en sens inverse, sans allumage, et l'on embraye en laissant remonter la pédale pour embrayer. L'arrêt de marche arrière se fait en appuyant à fond sur la pédale.

Telles sont les manœuvres très simples auxquelles on a recours suivant les circonstances de la route pour actionner la voiture. On remarquera qu'il n'y a aucun réglage de carburation, d'avance, d'admission de gaz, etc., à faire en marche. On n'a à s'occuper que du volant de direction et, éventuellement, de la pédale unique ou du levier des vitesses.

L'ampèremètre et le voltmètre placés sous les yeux du conducteur évoquent à chaque instant à ses yeux l'état de la batterie, ainsi que sa fonction. Le carburateur automatique, serviteur vigilant, empressé, inlassable et impeccable, règle lui-même l'admission des gaz et tend à maintenir constante la vitesse définie à chaque instant par le levier du combinateur, en ouvrant en plein les gaz lorsque l'allure tend à se ralentir, ou en les fermant si elle tend à s'accélérer.

Nous avons eu l'heureuse chance, pendant le Salon, de pouvoir expérimenter une *Auto-mixte* que M. Pieper mettait à la disposition des visiteurs pour leur en faire apprécier les avantages.

Nous avons été émerveillé, comme bien d'autres, par ses remarquables qualités de souplesse, de douceur, de facilité et de commodité de conduite dans les circonstances les plus variées.

Dès 1899, nous avions exprimé la conviction intime que la voiture thermo-électromobile du type *voiture mixte* avait devant elle un brillant avenir. L'*Auto-mixte* que nous venons de décrire dans ses grandes lignes nous confirme dans cette opinion, car elle réalise, nous l'avons vu, tous les progrès de simplicité et de confort auxquels on ajoute aujourd'hui un si grand prix, comme le prouve surabondamment, par exemple, le succès des carrosseries fermées.

A puissance maxima égale, le châssis d'une auto-mixte n'est pas plus lourd que celui d'une voiture à essence de pétrole ordinaire, car le poids des organes supprimés atteint et dépasse celui de la dynamo et de la batterie d'accumulateurs, mais on y gagne de nombreux avantages que nous avons fait ressortir au cours de cette étude.

Son développement pratique se produira forcément lorsque seront tombées les préventions actuelles contre les accumulateurs et leur emploi en automobile. Ces préventions, fondées lorsqu'il s'agit de voitures électriques mal entretenues ou d'accumulateurs d'allumage pas chargés du tout, sont des préjugés lorsqu'elles s'adressent à des batteries-tampon disposées comme dans l'*Auto-mixte*, et maintenues constamment, par principe, à la fleur de leur charge.

On peut, chaque jour, exiger un effort d'un athlète bien soigné, on ne saurait l'obtenir d'un meurt-de-faim. Or, ce qu'a réalisé l'inventeur dans l'*Auto-mixte*, avec son carburateur automatique, c'est de faire de sa batterie un athlète toujours bien nourri et bien soigné, toujours prêt à donner un effort ou un coup de collier lorsque celui-ci est nécessaire.

C'est un rien, et de ce rien — qui est tout, — nous devons féliciter M. Henri Pieper, car c'est grâce à ce rien que la voiture mixte pourra lutter avantageusement avec les autres systèmes, aussi bien comme voiture de ville que comme voiture de tourisme, sans parler, pour le moment, de certaines modifications de détail de ce principe fécond, plus adéquates à d'autres applications sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir.

É. Hospitalier.



CORRESPONDANCE ANGLAISE

La traction électrique sur le chemin de fer de Brighton. — Le 11 décembre dernier, on a mis en adjudication la fourniture de l'équipement électrique de la première portion des voies de la banlieue du chemin de fer de London, Brighton and South Coast.

Il paraît que les directeurs se sont finalement décidés à installer l'électricité sur la ligne entière, et que le travail sera probablement donné à la *Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*. On adoptera le système de traction par courant alternatif simple avec des conducteurs aériens à haute tension.

La Compagnie allemande a installé le chemin de fer de Spindlersfeld d'après ce système, et il a donné des résultats très bons pendant ces deux dernières années; enfin récemment elle a reçu la commande pour l'équipement électrique d'une partie des chemins de fer de l'État prussien dans le voisinage de Hambourg avec le même système.

On dit que cette Compagnie, se basant sur l'expérience qu'elle a déjà, a pu donner des garanties pour l'exploitation satisfaisante des trains. Il paraîtrait que tous ses appareils, sous les rapports de bon rendement, économie, facteur de puissance élevé, etc., sont bien supérieurs à ceux des autres constructeurs qui ont pris part à l'adjudication ; les prix sont beaucoup plus bas que les autres. Il ne faut pas supposer cependant que cette décision représente pour l'Angleterre la perte d'une grande somme de travail national. Il est, en effet, de pratique, pour la Compagnie du London-Brighton Railway de stipuler, en donnant ses commandes, que le travail devra être exécuté avec de la main-d'œuvre et du matériel anglais. Dans ce cas, tandis que l'équipement électrique pour les premiers trains sera fait en Allemagne, tout le reste du travail, y compris la construction des wagons, les trucs, les câbles, l'appareillage, l'équipement de la ligne, des moteurs seront faits en Angleterre. Le contrat nécessitera une dépense de 6 250 000 fr.

La transmission d'énergie électrique au nord du pays de Galles. — Nous avons récemment fait mention de cette entreprise, et aujourd'hui nous pouvons en donner quelques détails.

Ce projet est le premier exécuté sur une grande échelle pour la transmission en Angleterre de l'énergie électrique obtenue avec des chutes d'eau.

L'eau vient des lacs Llyn Lydaw et Glaslyn, qui se trouvent au pied du Snowdon, près du sentier que suivent les excursionnistes qui en font à pied l'ascension.

La conduite d'eau débouche à la partie la plus basse de ces deux lacs, à 9 m au-dessous du niveau naturel de l'eau, au moyen d'un long tunnel entaillé dans le rocher. L'eau arrive ensuite à l'extrémité supérieure de la conduite forcée, consistant en tuyaux rivés en acier, d'une épaisseur de 7,1 mm et d'un diamètre de 76 cm ; à l'extrémité inférieure de la conduite d'eau, comme la pression augmente, on a accru un peu l'épaisseur et on a diminué un peu le diamètre. La longueur moyenne des tuyaux est de 5,8 m, et on emploie 450 sections entre les lacs et l'usine génératrice, la ligne ayant une longueur de 3,5 km. Au-dessus de la station et à la partie supérienre du tuyau d'amenée, on a placé des joints flexibles et des soupapes d'air. La chute d'eau dont on dispose est de 360 m de hauteur verticale. La station centrale a une longueur de 76 m et une largeur de 14 m, avec une hauteur de 15,5 m.

Les moteurs hydrauliques consistent en quatre roues de Pelton attelées directement aux alternateurs triphasés de Bruce-Peebles, du type à inducteurs tournants, pouvant fournir chacun 1500 kv-A à 10 000 volts, à 50 périodes par seconde, lorsqu'ils tournent à une vitesse angulaire de 500 tours par minute.

Dans la station, on a laissé la place pour deux ou plusieurs alternateurs et roues si la puissance demandée augmente.

La ligne de transmission, qui doit transporter du courant à 10 000 volts, va de la station dans une direction ouest vers Llanberis, et dans une direction sud-ouest, vers les carrières de Pakley.

Sur certains points de la ligne, il a été bien difficile de transporter le matériel, en particulier sur les montagnes où il n'existait même pas un sentier.

Les câbles sont portés par des isolateurs maintenus au moyen de fers galvanisés posés sur les poteaux. Les tiges en fer galvanisé sont scellées dans les isolateurs au moyen d'un mélange de litharge et de glycérine. Les tiges en fer des isolateurs sont toutes placées du même côté du poteau, et elles sont à une distance l'une de l'autre de 60 cm ; la plus haute est à 20 cm du bout supérieur du poteau, qui est surmonté d'une tige lourde en fer galvanisé, de la forme ordinaire. Lorsqu'il y a un changement de direction de la ligne, on a placé des appuis lourds enfoncés dans du béton pour supporter la tension en ce point. Il y aura plus de 208 km de lignes aériennes dans le réseau alimenté par cette entreprise.

Afin de surmonter les difficultés résultant du transport du matériel lourd employé, on fut obligé de construire sur quelques-unes des sections, un chemin de fer à voie étroite de 8 km de longueur, exploité sur les pentes les plus faciles par la traction à cheval, et là où la pente était trop forte, au moyen de treuils à vapeur.

La construction et l'entretien de cette voie sur une certaine étendue de terrain marécageux pendant une période de pluie incessante, a été une des difficultés les plus sérieuses à surmonter par les entrepreneurs.

En plus de la force motrice à fournir aux carrières, moulins, etc. du voisinage, la station fournira l'électricité à un chemin de fer à courant triphasé d'une longueur de 32 km. On a déjà garanti une consommation considérable d'énergie et, du reste, il paraît que certaines usines vont faire des demandes pour l'alimentation de moteurs représentant près de 3000 poncelets.

Le charbon est assez cher rendu aux carrières, en sorte que l'emploi de l'énergie électrique devient économique; l'avenir de cette Compagnie est, on le voit, assuré.

Le tétrachlorure de carbone. — On s'occupe beaucoup, actuellement, d'un corps connu sous le nom de tétrachlorure de carbone ou tétrachlorométhane, substance qu'on fabrique à Niagara en partant du chlore électrolytique par le procédé Acker. C'est un liquide lourd, ayant une densité de 1,593 à 20° C; il est assez volatil, bouillant à 77° C. On l'a employé comme un excellent dissolvant de l'huile et des corps gras à la place de l'essence de pétrole ou de la benzine dans les usines de nettoyage à sec, mais on ne l'aime pas beaucoup parce qu'on dit que sa vapeur est dangereuse pour la santé de ceux qui le manipulent.

On a récemment proposé d'employer le tétrachlorure de carbone au lieu de l'essence de pétrole pour l'extraction de la graisse des os. On dit que la graisse extraite par ce moyen a une meilleure couleur et moins d'odeur que celle qu'on extrait par l'essence de pétrole.

La matière putrescible des os est soluble dans l'essence de pétrole, mais non dans le tétrachlorure de carbone, en sorte que ce dernier donne un produit presque sans odeur. Il n'est pas nuisible à la matière gélatineuse des os, en sorte que ce dissolvant est le meilleur pour la fabrication de la colle. On dit aussi qu'on a besoin de beaucoup moins d'eau de refroidissement dans les opérations, et que les indemnités demandées par les Compagnies d'assurance contre l'incendie sont aussi beaucoup moindres. Il en résulte qu'on réalise certaines économies dans l'emploi de cette matière. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance publique annuelle du 18 décembre 1905.

PRIX DÉCERNÉS EN 1905

PHYSIQUE

Prix Hébert. (Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Amagat, Berthelot, Poincaré, Maurice Levy; Violle, rapporteur.) — Le prix Hébert est décerné à M. Jumau pour son ouvrage *Les accumulateurs électriques*, qui est à la fois un traité précieux des piles réversibles et un exposé intéressant des recherches personnelles de l'auteur sur une question plus que jamais à l'ordre du jour.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

Prix Gaston Planté. (Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Amagat, Berthelot, Poincaré, Maurice Levy; Violle, rapporteur.) — M. Henri Abraham a débuté dans la science, dès sa sortie de l'École Normale, par des recherches relatives à des questions demandant surtout une mise en œuvre simple et correcte de procédés connus, méthode excellente pour se former à l'art de l'expérimentation et trop souvent dédaignée par les débutants qu'attirent des questions dont ils ne savent pas mesurer les difficultés.

Dans cette première période de son activité scientifique, M. Abraham étudie, avec M. Chassagny, certains couples thermo-électriques usuels, précise différentes mesures électriques, et combine à cet effet un galvanomètre et, en collaboration avec M. Lemoine, un électromètre absolu d'un usage très commode. Il procède à une nouvelle détermination du rapport v entre les unités C. G. S. électromagnétiqges et électrostatiques; et ce travail excellent, sujet de sa thèse de doctorat, n'a pas été sans contribuer à la certitude où nous sommes aujourd'hui qu'il n'y a pas un millième d'écart entre ce nombre v et celui qui exprime la vitesse de la lumière. Nous devons encore signaler les considérations ingénieuses par lesquelles il montre que l'on peut regarder la température absolue comme ayant mêmes dimensions qu'une différence de potentiel.

On trouve à un égal degré élégance et précision dans la solution qu'il donne du problème difficile : « inscrire fidèlement les variations rapides d'un courant ou d'une différence de potentiel ». L'inertie de l'organe mobile tend à fausser complètement les indications du système inscripteur. D'éminents électriciens, au premier rang desquels se place M. Blondel, avaient déjà réussi à surmonter la difficulté par l'emploi d'organes mobiles extrêmement légers. M. Abraham apporte une solution nouvelle : La force d'inertie de la pièce mobile est proportionnelle à l'accélération, c'est-à-dire à la dérivée seconde du déplacement de cette pièce. Si donc la force motrice est, elle-même, proportionnelle à la dérivée seconde de la fonction que l'on veut étudier, cette fonction sera représentée exactement par le déplacement de la pièce mobile. On prend, électriquement, la dérivée seconde soit au moyen d'inductions mutuelles, soit à l'aide de condensateurs. L'appareil, construit par M. Carpentier, avec son habileté coutumière, allie la robustesse à l'exactitude, et, grâce à la dimension du miroir dont il est pourvu, se prête aisément aux projections. Serait-ce trop demander à l'auteur que le solliciter d'affranchir son rhéographe du réglage un peu délicat qu'il exige aujourd'hui et de l'amener au point de simplicité économique que réclame l'industrie?

D'études délicates sur la décomposition des courants à haut potentiel en une série de décharges disruptives, M. Abraham a tiré une importante application à la stérilisation industrielle des eaux potables par l'ozone. Avec M. Marmier, il a établi la possibilité d'obtenir en grand une stérilisation complète pour une dépense minime. Leurs ozoneurs à électrodes liquides ne sont qu'une transformation de l'ozoneur tubulaire classique de M. Berthelot, dont les deux électrodes deviennent le siège d'une circulation permanente d'eau arrivant et partant goutte à goutte. La ville de Cosne achève actuellement d'installer son alimentation complète en eau stérilisée par l'ozone suivant les procédés Abraham et Marmier.

En commun avec son savant collaborateur M. Lemoine, M. Abraham a imaginé une nouvelle méthode de mesure des durées infinitésimales d'après la longueur du chemin parcouru par la lumière dans le temps à évaluer, et il a pu analyser ainsi la disparition des phénomènes électro-optiques. Au moyen d'un miroir tournant, M. Blondlot avait montré que ces phénomènes ne présentent pas un retard de $\frac{1}{40000}$ de seconde sur la cause électrique qui les produit. MM. Abraham et Lemoine ont beaucoup reculé cette limite, établissant que le retard en question, s'il existe, ne dépasse pas un milliardième de seconde. Leur méthode consiste à produire brusquement, à l'aide d'une décharge électrique, d'une part le phénomène électro-optique, d'autre part une étincelle servant à l'observer. On retarde l'époque de l'observation en faisant parcourir à la lumière de l'étincelle un chemin de plus en plus long, ce qui permet d'étudier la variation du phénomène avec le temps. Bientôt tout effet disparaît, et l'on en conclut que le phénomène, ainsi que l'étincelle, comme la décharge

elle-même, ont cessé en un temps moindre, avons-nous dit, qu'un milliardième de seconde.

A cet ensemble de travaux vraiment dignes d'éloges, M. Abraham a su ajouter encore des titres sérieux à la reconnaissance des physiciens par l'ouvrage sur les *Ions, électrons et corpuscules* qu'il vient de publier avec M. Langevin, et, plus encore peut-être, par les deux volumes du *Recueil d'expériences élémentaires de Physique*, qui est entre les mains de tous nos professeurs et dont une traduction allemande est déjà sous presse.

Aussi votre Commission est-elle unanime à vous proposer de décerner le prix Gaston Planté à M. Henri Abraham.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

Prix La Caze. (Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Amagat, Berthelot, Poincaré, Maurice Levy; Curie, rapporteur.) — Les premiers travaux de M. Gouy (1876 à 1880) sont relatifs à l'étude spectrophotométrique des flammes colorées par les sels métalliques. M. Gouy a surtout étudié la transparence des flammes colorées pour leurs propres radiations. Il a montré que la lumière qui correspond à une raie étroite du spectre ne se comporte pas comme une radiation unique, contrairement à l'opinion répandue à cette époque. Pour réaliser les mesures, M. Gouy a créé un spectrophotomètre précis et un dispositif permettant d'obtenir des flammes colorées bien homogènes. Les physiciens qui s'occupent de spectroscopie utilisent souvent les appareils et les nombreuses observations qui se trouvent décrits dans ce travail.

Vers la même époque, M. Gouy, en commun avec L. Thollon, a publié diverses observations de physique céleste, notamment des mesures de déplacement des raies du sodium dans le spectre de la grande comète de 1880; ces mesures fournissent une des vérifications les plus remarquables de la formule Doppler-Fizeau.

M. Gouy a introduit en optique des considérations nouvelles sur les mouvements lumineux. On sait que, quelle que soit la nature de ces mouvements, on peut, au moyen des formules de Fourier, substituer au mouvement réel une infinité de vibrations sinusoïdales. M. Gouy démontre que l'intensité de la lumière sera la somme des intensités dues aux diverses vibrations sinusoïdales considérées comme indépendantes les unes des autres. On voit ensuite que toute source lumineuse est complètement caractérisée par la connaissance de la loi de distribution de l'énergie dans le spectre. Cette connaissance est la seule chose que nous puissions déduire des expériences d'optique, et il est impossible de résoudre certaines questions que l'on s'était posées sur la régularité des mouvements des particules qui émettent la lumière. La lumière blanche, par exemple, peut être constituée par des vibrations tout à fait irrégulières et produire, cependant, à l'aide du spectroscope, des interférences à grandes différences de marche. Avec une source de lumière dite *homogène*, l'intensité des radiations simples équivalentes n'a une valeur notable que pour des fréquences voisines les unes des autres; la loi de répartition de l'intensité en fonction de la fréquence suffit pour prévoir la grandeur de la différence de marche à partir de laquelle les franges d'interférences ne seront plus distinctes. Ces vues de M. Gouy ont été généralement adoptées et plusieurs physiciens s'en sont servis pour discuter des questions délicates de l'optique.

Dans un mémoire consacré à la vitesse de la lumière, M. Gouy montre qu'il y a lieu de distinguer, dans le cas des phénomènes lumineux, la vitesse de propagation des ondes et la vitesse de propagation de l'intensité de la lumière. Cette dernière grandeur est celle mesurée par les méthodes usuelles. Dans les milieux dispersifs, elle n'est pas égale au quotient de la longueur d'onde par la période, mais elle est donnée par une formule plus complexe.

Ainsi, le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide et dans un milieu dispersif n'est pas égal à l'indice de réfraction. Dans le cas du sulfure de carbone, la différence du rapport des vitesses et de l'indice est assez forte et les expériences de Gouy et de Michelson ont montré l'accord des mesures avec les prévisions de la théorie. Le rapport des vitesses de la lumière dans l'air et dans l'eau est cependant sensiblement égal à l'indice, comme l'avait vu Foucault, parce que l'eau est un milieu très peu dispersif.

Dans un mémoire sur la polarisation rotatoire, M. Gouy montre que l'hypothèse des deux vibrations circulaires inverses de Fresnel n'est pas nécessaire pour expliquer la double réfraction circulaire du quartz, et il donne une explication nouvelle, confirmée par une curieuse expérience synthétique : une sorte de parquet constitué par des bandes étroites de lamelles cristallines d'une demi-onde, d'orientations diverses, juxtaposées dans un même plan, produit, comme le prisme bicirculaire de Fresnel, le dédoublement d'un rayon de lumière naturelle en deux rayons circulaires inverses.

On doit encore à M. Gouy la théorie des effets simultanés du pouvoir rotatoire et de la double réfraction agissant ensemble dans un même milieu optique. Les formules qu'il a données ont été vérifiées expérimentalement par divers physiciens et donnent une explication satisfaisante des propriétés du quartz et des corps analogues.

Dans un autre travail, M. Gouy montre qu'il doit exister une propagation anomale des ondes lumineuses, se manifestant au voisinage des foyers ou des lignes focales, et produisant une avance de phase d'une demi-onde ou d'un quart d'onde. Ces conséquences inattendues de la théorie ont été vérifiées, à l'aide de délicates expériences d'interférences, par M. Gouy et par d'autres physiciens. Les recherches sur la propagation anomale des ondes ont éclairci certaines questions théoriques; elles ont fait disparaître des difficultés qui existaient depuis Fresnel dans l'application du principe d'Huygens.

La diffraction de la lumière a été aussi l'objet d'un mémoire où M. Gouy, par une méthode nouvelle, met en évidence l'existence de rayons fortement déviés par la diffraction. Du côté de l'ombre géométrique, ces rayons montrent une polarisation normale au plan de diffraction; du côté opposé la polarisation est dans le plan de diffraction. En outre, la substance de l'écran intervient pour donner des colorations intenses.

Dans l'œuvre de M. Gouy, on trouve donc un ensemble remarquable de travaux d'optique, l'un des plus importants qui aient été produits depuis Fresnel.

L'activité de M. Gouy s'est aussi portée dans d'autres domaines. En Thermodynamique, on lui doit des remarques intéressantes sur le mouvement Brownien et une étude sur l'énergie utilisable où se trouve formulée une loi générale sur le sens des effets des transformations. On lui doit, en commun avec M. G. Chaperon, une étude théorique précise de la pression osmotique et de la concentration des dissolutions sous l'action de la pesanteur.

M. Gouy s'est occupé de l'état critique et, en faisant usage d'une étuve d'une grande perfection, il a pu suivre les phénomènes présentés par les tubes de Natterer au voisinage immédiat de la température critique. Il a montré, en particulier, que la densité du fluide est différente aux divers points du tube et que ce fait est une conséquence de l'énorme compressibilité du fluide au voisinage de l'état critique.

En électricité, M. Gouy a montré que l'influence du milieu ambiant sur le coefficient de la loi de Coulomb, résulte de la théorie classique des diélectriques. On lui doit une étude de l'électromètre à quadrants et la formule complète pour le fonctionnement de cet instrument. Il a réalisé et étudié un élément de pile étalon qui a été longtemps l'un des meilleurs à employer dans les mesures précises de différences de potentiel.

Enfin les derniers travaux de M. Gouy sont relatifs aux phénomènes électrocapillaires découverts et d'abord étudiés par notre collègue M. Lippmann. Il a fait sur ces phénomènes délicats toute une série de patientes recherches comportant un nombre considérable de mesures précises dont une partie seulement a été publiée. Dans ce grand travail, M. Gouy montre que la fonction électrocapillaire qui lie la tension superficielle à la différence de potentiel (mercure-électrolyte) dépend de la nature de l'électrolyte et il étudie cette fonction pour diverses solutions électrolytiques. Dans le cas où la solution est un mélange de corps électrolysables, l'état d'équilibre à la surface du mercure met un certain temps à se produire et l'on a un phénomène de viscosité électrocapillaire. M. Gouy étudie encore les effets curieux dus à l'introduction de petites quantités de matières organiques dans la solution électrolytique. Les résultats de ce travail nous donnent des renseignements sur les actions entre les particules ionisées ou non ionisées qui interviennent dans les phénomènes électrocapillaires; ils permettent de discuter la question si importante des différences de potentiel au contact: ils montrent que, contrairement à une opinion souvent adoptée, la différence de potentiel entre le mercure et l'électrolyte n'est pas nulle quand la fonction électrocapillaire a sa valeur maximum.

La Commission rend hommage à l'œuvre de M. Gouy et lui décerne le prix La Caze, de Physique, pour l'année 1905.

L'Académie adopte les conclusions de ce rapport.

PRIX A DÉCERNER

PHYSIQUE

Prix Hébert (1000 fr). — Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'électricité.

Prix Hughes (2500 fr). — Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la physique.

Prix Gaston Planté (3000 fr). — Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1907.

Prix L. La Caze (10 000 fr). — Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1907, à l'auteur, français ou étranger, des ouvrages ou mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la physique. Il ne pourrra pas être partagé.

Prix Kastner-Boursault (2000 fr). — Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1907, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

CHIMIE

Prix Alhumbert (1000 fr). — L'Académie met au concours. pour sujet de ce prix *quinquennal* à décerner en 1910, la question suivante : *Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.*

PRIX GÉNÉRAUX

Médaille Arago. — L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Médaille Berthelot. — L'Académie, dans sa séance du 3 novembre 1902, a décidé la fondation d'une médaille qui porte pour titre : « Médaille Berthelot ».

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de chimie ou de physique; à chaque médaille sera joint un exemplaire de l'ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique.*

Prix Trémont (1100 fr). — Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Prix Gegner (3800 fr). — Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des sciences positives ».

Prix Lannelongue (2000 fr). — Ce prix *annuel*, fondé par M. le professeur Lannelongue, membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus. dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

Prix Wilde (un prix de 4000 fr ou deux prix de 2000 fr). — M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs.* Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde.*

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

Prix Saintour (3000 fr). — Ce prix *annuel* est décerné par l'Académie dans l'intérêt des sciences.

Prix Petit d'Ormoy (deux prix de 10 000 fr). — L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les sciences naturelles. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1907.

Prix Leconte (50 000 fr). — Ce prix doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité* :

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1907.

Prix Pierson-Perrin (5000 fr). — Ce nouveau prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle

découverte physique, telle que la direction des ballons, sera décerné, pour la première fois, à la séance publique de 1907.

Prix Jérôme Ponti (3500 fr). — Ce prix *biennal* sera accordé, en 1908, à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la science.

Prix Jean Reynaud (10 000 fr). — Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

« Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

« Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1911.

Prix du baron de Joest (2000 fr). — Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'ouvrage le plus utile au bien public. Il sera décerné par l'Académie des sciences dans sa séance publique de 1911.

Séance du 26 décembre 1905.

Sur le mécanisme de production et la nature des pulvérisations cathodiques. — Note de M. Ch. Maurain, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur les mobilités des ions des vapeurs salines. — Note de M. G. Moreau, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur les spectres respectifs des différentes phases de l'étincelle oscillante. — Note de M. G.-A. Hemsalech, présentée par M. G. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus.*)

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 décembre 1905.

Sur le rendement en rayons X du tube de Crookes suivant les conditions de son excitation, par M. S. Turchini. — La connaissance de l'étincelle équivalente d'un tube de Crookes étant capitale, il était nécessaire, avant d'entreprendre l'étude de son rendement en rayons X, de savoir comment variait cette étincelle avec les constantes du circuit : *intensité du courant, bobine employée, fréquence de l'interrupteur.*

L'étincelle équivalente étant 4,5 cm avec une intensité de 0,0003 A était de 10,5 cm avec 0,001 A. L'étincelle équivalente augmente donc avec l'intensité, mais augmente plus vite qu'elle.

Pour une même intensité et une même fréquence de l'interrupteur, l'étincelle équivalente d'une bobine de Ruhmkorff de 25 cm de longueur d'étincelle est plus grande que celle d'une bobine de 45 cm. Avec $I = 0,0004$ A, l'étincelle équivalente avec la petite bobine a été de 12 cm, tandis que, avec la grosse bobine, elle n'était que de 7,5 cm.

L'étincelle équivalente varie également avec la fréquence des interruptions. Pour mesurer celle-ci, un disque stroboscopique, éclairé au moyen d'une étincelle de haute fréquence, donnant 42 trains d'onde par seconde, était placé sur l'axe de l'interrupteur-turbine à mercure. La courbe montre que l'étincelle équivalente tend vers une limite quand la fréquence augmente à intensité constante. Elle était de 8 cm pour 15 interruptions, et de 2,5 cm pour 126 interruptions par seconde,

Un autre fait découle de cette étude, c'est que la fréquence qui semble le mieux convenir au bon fonctionnement du tube de Crookes est celle de 30 interruptions par seconde environ; c'est la *fréquence optima.*

L'étude du rendement en rayons X a été faite d'abord en comparant l'éclat d'un écran excité par un tube de Crookes à un étalon lumineux, et ensuite en faisant des poses radiographiques sur une plaque photographique et mesurant la transparence des plaques impressionnées par la méthode de Camichel.

A intensité constante, l'éclat d'un écran ainsi excité augmente avec l'étincelle équivalente, jusqu'à une valeur de celle-ci comprise entre 10 et 12 cm; ensuite la courbe est pratiquement confondue avec une asymptote horizontale.

Avec une même intensité, l'éclat d'un écran est d'autant plus faible que la fréquence des interruptions est plus grande, fait dû sans doute à ce que, lorsque la fréquence augmente, l'étincelle maxima, que donne la bobine pour une intensité donnée, diminue et se rapproche trop de l'étincelle équivalente du tube.

En s'adressant à des bobines différentes, toutes choses égales d'ailleurs, le rendement en rayons X est toujours plus grand pour une bobine de petites dimensions, que pour une forte bobine. Cela ne veut pas dire que les petites bobines doivent être préférées, car avec elles il est difficile d'obtenir de gros débits; si l'on veut y arriver, le tube fonctionne mal, parce que les interruptions deviennent mauvaises à cause de la forte intensité du primaire : en outre, il durcit très rapidement, ce qui se produit beaucoup moins avec une forte bobine.

La self-induction de la bobine a également une influence sur le rendement du tube. Cette étude, faite avec une bobine à self variable, a montré que l'éclat de l'écran est plus intense, toutes choses égales, quand la

bobine fonctionne avec toute sa self que lorsqu'on la réduit. Les expériences précédentes reprises en faisant des poses radiographiques, ont donné des résultats identiques.

BIBLIOGRAPHIE

Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1906. — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris. — Format constant : 15×10 cm; 963 pages. — Prix : 1,50 fr.

A tout seigneur tout honneur! Nous ne pouvons mieux commencer nos présentations bibliographiques de l'année que par celle-ci qui en *règle* tous les détails. Le roulement nouvellement institué de cette publication ramène, cette année, le tour des données physiques et chimiques, qui en occupent la plus grande partie. Elles sont suivies, dans cette édition, de trois Notices dont fait exclusivement les frais le plus important phénomène astronomique de 1905, savoir : l'éclipse de soleil du 30 août qui a pu être observée dans sa totalité, on s'en souvient, sans de trop grands déplacements, par nos astronomes. La première et de beaucoup la plus longue est de M. Bigourdan et a pour titre « Les éclipses de Soleil. Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant ces éclipses ». Elle a, comme on voit, un caractère général qui la rend intéressante pour tout le monde. Les deux autres, d'un caractère plus particulier, sont respectivement intitulées, l'une : « Les observations de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 »; elle est également due à M. Bigourdan; l'autre : « Notice sur l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 faite en Espagne » sous la direction du vieux papa Janssen, sinon par lui, puisqu'il était malade, et qui ne veut pas, en la circonstance, être oublié auprès de son ami, ledit Soleil. C'est déjà bien assez de n'avoir pu utiliser en son honneur son habit noir et sa cravate blanche que, selon son habitude en pareil cas, il avait certainement emportés.

Nous n'avons pas à faire l'éloge de ce précieux évangile de la science et de cette mise au point annuelle de ses améliorations, progrès ou nouvelles contributions. Nous remarquons cependant que, en y supprimant l'exposé antérieur de Cornu sur les unités électriques, on en a, du même coup, retranché la faute (que n'avait pas commise Cornu) dans l'expression du travail que nous avions par deux fois précédemment signalée. — Par contre il est regrettable qu'on y ait laissé subsister l'assimilation implicite de l'accélération et de la vitesse, puisque la première y est exprimée en mètres par seconde, ou (plus mal encore) puisque l'*accélération par seconde* (?) y est exprimée en mètres(!). — Si, d'autre part, cette édition publie de nouveau, cette année, les données thermochimiques, précédemment supprimées faute de place et revues une fois encore par M. Berthelot, nous regrettons le manque d'homogénéité dans les tableaux, dont l'un (Points critiques des gaz) comporte leurs formules en équivalents, tandis que la notation atomique est employée dans tous les autres. La mise à jour laisse également à désirer, certaines constantes physiques anciennes y subsistent malgré des déterminations plus récentes et les résultats plus exacts fournis par elles. Espérons que d'ici à deux ans une plus complète révision fera disparaître ces défauts. E. Boistel.

La Séparation électromagnétique et électrostatique des minerais, par D. Korda. — Journal *L'Éclairage électrique*, éditeur, Paris, 1905. — Format : 25×16 cm; 219 pages. — Prix : 6 fr.

Le vent étant à la séparation, M. Korda y apporte son contingent qui sera, du moins, sur le nom seul de l'auteur, bien accueilli de tous. Quittant (à peu près) pour une fois, les cimes élevées de la science où il se complaît généralement, il aborde ici un sujet essentiellement pratique que sa propre expérience industrielle lui permet, à ce qu'il paraît, de traiter avec une grande compétence. Tout le monde connaît de longue date les trieurs magnétiques ou électro-magnétiques; plus curieuse et moins connue est l'application au même objet d'une méthode électrostatique qui fait, par sa nouveauté même, le principal intérêt de ce volume. La comparaison et la combinaison des deux systèmes constituent un tout qui permet la séparation de minerais mixtes difficiles à trier par les moyens usuels.

La quantité de matières métalliques qu'ils permettent ainsi d'utiliser représente des sommes considérables qui se comptent annuellement par millions : elles seraient, sans eux, perdues pour tout le monde, sans parler des ruines minières qui en seraient fatalement la conséquence. De là l'importance économique considérable qui s'attache à ces méthodes relativement nouvelles et le succès assuré d'un livre qui, entre les mains de M. Korda, les réunit dans un ensemble bien fait pour en laisser mieux apprécier les mérites et avantages relatifs. E. Boistel.

Les Clapets électrolytiques, par A. Nodon. — Vve *Dunod*, éditeur, Paris, et *Delmas*, imprimeur, Bordeaux, 1906. — Format : 24×16 cm; 78 pages. — Prix : 4 fr.

Le nom de M. Nodon est trop et depuis trop longtemps intimement lié aux clapets électrolytiques pour que nous ayons à le présenter à nos lecteurs ou à nous étonner qu'il en ait fait le sujet de sa thèse de Doctorat, soutenue l'an dernier devant la Faculté des Sciences de Toulouse. En publiant ses recherches sur ces clapets et soupapes électrolytiques, l'auteur en expose d'abord l'historique, le principe, la description des organes et les résultats obtenus. Puis viennent l'examen de la nature et de la forme de leur courant, de leur fonctionnement en mon-

tage en pont de Wheatstone, de l'influence de l'électrolyte, de la variation de la f. é. m. avec le débit, de l'influence du cloisonnement, de la température, de la surface de l'anode, des circuits inductifs extérieurs sur les constantes du courant redressé, etc. Des figures de divers montages et de nombreux graphiques obtenus à l'aide de l'ondographe de M. Hospitalier donnent un intérêt tout particulier à cette publication. Ils permettent de se rendre un compte exact des différents phénomènes observés dans l'étude de ces clapets. L'indication des applications industrielles qui s'en développent de plus en plus augmente encore l'importance pratique de ce fascicule bien supérieure à son volume apparent. E. Boistel.

Études d'Économie industrielle à l'usage des usines d'électricité, par A. Ponseel. — *Vve Dunod*, éditeur, Paris, 1904. — Plaquette de 11 pages, en 26 × 20 cm. — Prix : 1,50 fr.

Comment ces quelques pages, datées de 1904, nous parviennent-elles aujourd'hui seulement? Nous l'ignorons. — Extraites de notre confrère *L'Électricien*, n'ont-elles d'autre but qu'un peu de réclame pour l'éditeur et surtout, en renouvellement d'année, pour le journal dont la publicité s'étale sur la couverture? C'est possible; mais elles traitent, en tout cas, un sujet qu'il est bon de remettre, de temps à autre, sous les yeux des créateurs ou chefs d'usines d'électricité généralement plus techniciens qu'administrateurs et comptables, ce qui n'a pas contribué au succès de leurs opérations. — Divisée en trois parties, respectivement afférentes aux Prix de revient et de vente de l'énergie électrique, — Organisation du contrôle et de la comptabilité des stations centrales, — et Contrôle technique, cette étude est, comme on voit, semi-administrative, semi-technique, ce qui a l'inconvénient d'exiger de la part de l'auteur une multiplicité de connaissances rarement réunies chez un même individu. On s'en aperçoit à certaines expressions comme celle de l'*énergie* en *volts-ampères*, ou inversement, ce qui est regrettable, et ramène toujours involontairement à l'aphorisme latin :

Ne sutor ultra crepidam!

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

355 479. — **Fuller.** — *Plaque négative pour accus* (23 juin 1905).

355 508. — **Perkins et Jackson.** — *Contrôleurs à unités multiples pour moteurs* (6 avril 1905).

355 578. — **Degisors et Schmitt.** — *Moteur électrique* (24 juin 1905).

355 442. — **Neu.** — *Transmission de signaux* (21 juin 1905).

355 444. — **The Morgan Crucible Company Limited.** — *Composition pour balais* (21 juin 1905).

355 454. — **Still.** — *Électromètre* (22 juin 1905).

355 475. — **Siemens et Halske.** — *Indicateur de tension* (23 juin 1905).

355 516. — **Carpentier.** — *Mesure de la tension de l'intensité et de la puissance dans les réseaux* (11 mai 1905).

355 561. — **Ecchet.** — *Compteur d'électricité* (21 juin 1905),

355 567. — **Hortsmann.** — *Appareil de contrôle* (22 juin 1905).

355 586. — **Chevrier.** — *Dispositif de protection* (24 juin 1905).

355 456. — **Frick** — *Fours électriques à transformateurs* (22 juin 1905).

355 686. — **Latour.** — *Perfectionnement au moteur série monophasé à collecteur* (28 juin 1905).

355 657. — **Latour.** — *Moteur monophasé* (25 juin 1905).

355 732. — **Société Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux moteurs à courant alternatif* (26 juin 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière). — Le 11 novembre 1905 s'est tenue l'Assemblée générale ordinaire de cette Société, sous la présidence de M. Lattès, président du conseil d'administration.

D'après la lecture des rapports, l'exercice 1904-1905 a donné des résultats assez satisfaisants. En effet, les recettes d'exploitation se sont élevées à 1 893 083,50 fr. contre 1 760 910,50 fr pour l'exercice précédent et les bénéfices nets se sont chiffrés par 555 689,69 fr, auxquels il convient d'ajouter les 16 573,70 fr reportés de l'exercice dernier.

L'augmentation des recettes peut paraître faible, mais on en trouve l'explication principalement dans la diminution des prix de vente du courant, diminution consentie par la Société dans plusieurs concessions en échange d'autres avantages; mais le nombre important de nouvelles polices obtenues à la faveur des abaissements de prix, ainsi que la récente conclusion de plusieurs affaires, font augurer pour les exercices prochains, une progression nouvelle dans l'exploitation.

Le nombre des concessions n'a pas augmenté dans le courant de l'exercice, mais le Conseil espère que les négociations entamées avec diverses municipalités en vue d'obtenir, soit des prolongations de durée de concessions déjà accordées, soit de nouvelles concessions, aboutiront prochainement.

La Société a passé avec la commune de Puteaux une convention comportant une augmentation de durée de son contrat et a conclu avec la Société l'Union des gaz, un traité relatif à la fourniture exclusive de l'énergie électrique dans les communes dont cette dernière Société est concessionnaire.

De diverses compagnies de tramways, l'*Ouest-Lumière* a obtenu la fourniture de la totalité ou d'une partie du courant dont elles peuvent avoir besoin pour assurer le service de leur exploitation, notamment la Compagnie du Chemin de fer du Bois-de-Boulogne, la Compagnie des Tramways mécaniques des environs de Paris, la Société Westinghouse, cette dernière pour

le service de la Compagnie des Tramways de Paris et du département de la Seine.

La distribution de l'énergie provenant de l'usine des Moulineaux s'étend actuellement sur douze communes, savoir : Boulogne, Chaville, Courbevoie, Garches, Levallois-Perret, Marnes, Meudon, Neuilly, Puteaux, Saint-Cloud, Sèvres, Ville-d'Avray et même dans le Bois-de-Boulogne. La Société fournit de plus le courant électrique à diverses sociétés qui le distribuent dans les communes de Nanterre, Rueil, Suresnes.

Les communes desservies représentent ensemble une population de 254 427 habitants, d'après le recensement de 1901.

A l'usine, en raison de l'accroissement de la clientèle, l'installation d'une troisième turbine à vapeur est devenue nécessaire et celle-ci fut commandée du même système que les précédentes, d'une puissance de 2500 kilowatts, avec les chaudières et accessoires nécessaires. Les bâtiments édifiés l'année dernière recevront ces installations sans qu'il soit utile de procéder à de nouvelles constructions.

Pour l'alimentation des lignes de tramways, en attendant l'installation de la troisième turbine, qui leur fournira directement du courant continu, on a installé à l'usine de Puteaux des groupes de transformation d'une puissance totale de 1500 kilowatts, de sorte que la puissance dont dispose la Société dans ses diverses sous-stations est ainsi portée à 2670 kilowatts.

Le nombre des transformateurs en service chez les abonnés ou dans les postes de quartiers, est passé d'un exercice à l'autre de 309 à 332. La puissance totale de ces appareils atteint 4002 kilowatts.

Les canalisations sont représentées par 98 821 mètres de câbles à haute tension, contre 69 486 mètres en 1902-1903, et par 34 780 mètres de câbles aériens, contre 29 210 mètres en 1902-1903. Les câbles de basse tension souterrains atteignent 54 912 mètres, contre 37 031 mètres, et les câbles aériens 228 341 mètres, contre 190 180 précédemment.

La Société, pour développer son exploitation, a conclu avec un certain nombre d'industriels des contrats de fourniture de courant à haute tension avec compteurs spéciaux, faisant varier le prix avec les heures d'utilisation. De plus, elle a réduit sensiblement les tarifs de location de compteurs et branchements pour les installations de faible importance.

Le nombre des abonnés a passé de 2189 à 2927 et enfin à 4055, tandis que la puissance en kilowatts installée chez ceux-ci s'est élevée de 4279 à 5182 et 8705. Il n'est pas compris dans ces chiffres le service des tramways ni des communes dont la Société n'est pas concessionnaire direct.

Entre temps, par suite des décisions prises par les Assemblées des 5 mai et 15 juin 1905, le capital a été porté de 6 millions à 8 millions par l'émission de 20 000 actions nouvelles de 100 fr créées, jouissance du 1er juillet 1905.

Voici maintenant comment se présente la situation financière de la Société :

BILAN AU 30 JUIN 1905

Actif.

Immobilisation :	
Terrains et constructions	1 686 571,38 fr.
Usines et sous-stations	3 456 469,49
Canalisations, branchements et chez clients	5 089 090,89
Petit matériel et outillage	99 958,75
Mobilier et agencement	83 172,69
Entrepreneur et constructeurs (avance sur travaux)	76 377,00
Frais de constitution et de premier établissement	984 330,49
Fonds de commerce	515 000,00
Actif réalisable :	
Obligations (solde sur émission différée)	949 500,00
Approvisionnements généraux	255 442,94
Cautionnements	148 954,55
A reporter	13 345 068,38 fr.
Report	13 345 068,38 fr.
Titres et valeurs	238 066,30
Actionnaires	516 835,00
Caisses et banques	805 261,97
Effets à recevoir	1 816,70
Abonnés	251 308,29
Débiteurs divers	187 815,89
Comptes divers :	
Frais d'émission des actions et obligations	300 000,00
Prime de remboursement sur obligations émises	238 830,00
Total	15 883 022,53 fr.

Passif.

Capital actions	8 000 000,00 fr.
Réserve légale	13 493,35
Amortissements	320 613,33
Prime sur actions nouvelles	300 000,00
Obligations (après tirages)	4 777 000,00
Obligations non émises (après tirages)	949 500,00
Dépôts de garantie	233 223,32
Fournisseurs	241 672,93
Créditeurs divers	393 616,63
Coupons sur actions	627,88
Coupons sur obligations	71 696,70
Obligations à rembourser	7 485,00
Solde bénéficiaire de l'exercice	355 689,69
Report de l'exercice précédent	16 373,70
Total	15 883 022,53 fr.

Après la lecture du rapport des Commissaires qui conclut à l'approbation des comptes, le Président fait adopter les résolutions suivantes :

Première résolution. — L'Assemblée, après avoir entendu la lecture du rapport du Conseil d'administration et du rapport des Commissaires des comptes, approuve les comptes de l'exercice 1904-1905, tels qu'ils résultent du bilan et du compte de profits et pertes présenté, par le Conseil.

Deuxième résolution. — L'Assemblée, sur la proposition du Conseil, fixe à 5 fr par action ancienne, numéros 1 à 60 000, le dividende de l'exercice 1904-1905. Ce dividende sera payable, sous déduction des impôts, à partir du 1er décembre 1905, sur la présentation du coupon n° 2.

Troisième résolution. — L'Assemblée décide de porter au compte général d'amortissements, le produit de la prime d'émission sur les nouvelles actions, soit 300 000 fr. L'Assemblée décide de reporter à nouveau le solde du compte de profits et pertes, s'élevant à 6 776,91 fr.

Quatrième résolution. — L'Assemblée donne quitus de sa gestion à M. Terrier, administrateur décédé.

Cinquième résolution. — L'Assemblée nomme administrateur M. Edgar de Sinçay, dont les fonctions prendront fin en même temps que celles de l'ensemble du Conseil, c'est-à-dire à l'Assemblée générale chargée d'examiner les comptes de l'exercice 1905-1906.

Sixième résolution. — L'Assemblée, conformément aux stipulations de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, renouvelle aux administrateurs toutes autorisations en ce qui concerne les traités ou marchés à passer entre la Société et les sociétés dont ils sont administrateurs ou directeurs.

Septième résolution. — L'Assemblée nomme commissaires des comptes pour l'exercice 1905-1906 : MM. A. Monnier et J. Blum, qui acceptent, avec faculté pour chacun d'eux d'opérer isolément, en cas d'empêchement de l'autre. Elle fixe à 700 fr l'allocation attribuée à chacun d'eux.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

56 678. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 338 25 Janvier 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION
M. É. HOSPITALIER.
87, boulevard St-Michel. — Paris.
TÉLÉPHONE 812-89

ABONNEMENTS
Paris et Départements : 24 francs par an.
Union Postale : 26 francs par an.

ADMINISTRATION
9, rue de Fleurus, 9
Paris.
TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Régime futur de l'électricité à Paris. — L'administration municipale de Paris porte à la connaissance des intéressés que, conformément à une délibération du conseil municipal du 27 décembre 1905, elle recevra, *jusqu'au* 1er *mars* 1906, dernier délai, les offres ou propositions relatives à l'organisation du régime futur de l'électricité à Paris. Ces offres ou propositions pourront envisager :

1° Soit l'organisation d'un régime définitif comportant un régime transitoire de quelques années, utilisant ou n'utilisant pas l'outillage des sociétés actuellement concessionnaires ;
2° Soit l'organisation d'un régime futur indépendant de toute période transitoire.

Elles devront être accompagnés de toutes les pièces et de tous les documents justificatifs nécessaires, techniques et financiers. Ces offres et propositions devront être adressées à M. de Pontich, directeur administratif des travaux de Paris, à l'Hôtel de ville, qui en accusera réception.

La distribution de l'électricité à Zurich. — M. Wagner, directeur des usines électriques de la ville de Zurich, donne dans la *Schweizerische elektrotechnische Zeitschrift* la description du mode de distribution de l'énergie électrique dans cette ville, où il y a séparation absolue du courant employé pour l'éclairage de celui employé pour la puissance motrice.

L'ancienne distribution à courant alternatif simple est uniquement réservée au service de l'éclairage, tandis que le courant triphasé destiné à la puissance motrice provient de l'usine de Benznau (sur l'Aar) et est amené par une ligne aérienne à 25 000 v aux sous-stations transformatrices de Guggach et Albishof, où la tension est réduite à 6000 v. De ces sous-stations le courant à 6000 v est amené au moyen de câbles sous plomb à 3 sous-stations installées dans la ville, où la tension est réduite à 500 v, et qui desservent le réseau.

Dans le cas où un dérangement se produirait à l'usine de Benznau, les sous-stations pourraient être desservies par l'usine de la ville où l'on a installé un groupe électrogène à turbine à vapeur de 1500 kw; ce groupe donne du courant triphasé à 2000 v qui peut être transformé en courant à 6000 v et envoyé dans les sous-stations de Guggach et d'Albishof.

Deux des trois sous-stations installées dans la ville sont munies chacune de 3 groupes convertisseurs de 600 et 900 kw pour le service des tramways ainsi que de batteries d'une capacité de 1000 A-h.

Un réseau de chemins de fer électriques en Hollande. — Ainsi que l'annonce la *Zeitschrift für Elektrotechnik* du 10 décembre, il vient de se fonder à New-York une Société ayant pour but d'installer en Hollande un réseau de chemins de fer électriques, d'un développement de 500 km. La ligne principale ira de Wykan Zee, sur la mer du Nord, à Utrecht et à la frontière allemande, en passant par Laandam et Amsterdam. Le réseau sera à voie large et desservira la petite vitesse; la vitesse maxima sera de 80 km à l'heure. Les installations électriques seront exécutées par la Société Westinghouse qui s'est intéressée financièrement à l'entreprise.

Transport de l'énergie à longue distance. — M. W.-B. Esson a fait une conférence à la Société anglaise des ingénieurs civils, relative au choix de la tension à employer, pour transporter à longue distance l'énergie électrique.

Le système continu à haute tension de Thury, qui est employé pour une transmission de 160 km, entre Moutiers et Lyon, à la tension de 60 000 v, doit être considéré, au point de vue de la régulation des moteurs, comme étant supérieur au système triphasé; mais ce système exige une surveillance extrême et n'est pas employé en Amérique à cause de cela; en Californie, il y a un transport triphasé à 67 000 v, franchissant 350 km, et l'on va bientôt porter la tension à 80 000 v. En Europe, on ne dépasse pas actuellement 40 000 v.

Les causes doivent être attribuées à la difficulté de l'isolement et aussi aux décharges entre conducteurs qui se produisent à une tension supérieure à 40 000 v et qui, d'après le professeur Ayrton, peuvent être atténuées en augmentant la distance entre fils (plus de 1,3 m), et en employant un conducteur de plus grand diamètre (plus de 6 mm). Les isolateurs doivent pouvoir supporter le double de la tension normale, à cause des effets d'induction dus aux courts-circuits, décharges, etc., mais donnent, dans le cas de courant alternatif, une capacité gênante. D'après le professeur Ayrton, la surélévation de tension, dans le cas d'une différence de tension de 30 000 v entre les deux fils, peut atteindre 47 500, de sorte que la tension est plus que doublée.

On ne peut guère donner de règle indiquant la tension à employer; cependant on peut prendre 1000 v par mille anglais (1,6 km) comme une bonne valeur moyenne donnée par la pratique; cette tension est cependant limitée pour les motifs indiqués ci-dessus. D'après Scott, une tension égale à 1/3 de la distance en milles serait suffisante, ainsi que cela est démontré par l'application de cette règle dans de nombreuses installations.

En Angleterre, on accorde difficilement des concessions pour des installations utilisant une tension supérieure à 20 000 v.

On doit apporter une attention particulière à l'étude des lignes aériennes. On a tendance actuellement, pour des transports à longue distance, à employer des poteaux en acier et à adopter de longues portées; ces poteaux résistent bien à l'effort du vent et occasionnent peu de frais d'entretien.

Enduit protecteur des pièces en cuivre dans les salles où sont disposées des batteries d'accumulateurs. — D'après la *Centralblatt für Accumulatoren*, M. H.-C. Abell a entrepris des essais à ce sujet, en employant des bandes de cuivre de 1,8 cm de largeur et de 15 cm de longueur, enduites sur une certaine partie de la substance à essayer. La partie enduite était plongée dans une solution d'acide sulfurique de densité 1,2, de sorte qu'elle était soumise à l'action de l'acide, tandis que la partie non induite était soumise à celle des vapeurs.

Au bout d'un mois, on a obtenu les résultats suivants :

Les rubans enduits de vaseline n'avaient nullement été attaqués, la couche d'enduit n'avait pas bougé. Un enduit au goudron a donné de moins bons résultats : en certaines parties, un tiers était rongé par l'acide. La laque s'est également mal comportée et a été en partie dissoute dans l'acide. Le même fait a été observé avec un enduit d'huile à cylindre.

Le meilleur enduit est donc la vaseline à laquelle il convient d'ajouter 20 à 30 pour 100 de paraffine.

Les accumulateurs Gotfried Hagen, de Cologne. — M. A. Vorreiter donne, dans le *Motorwagen*, d'intéressants renseignements sur l'état de l'industrie électromobile en Allemagne. Le nouvel élément type L a une énergie massique de 34 w-h par kg total, et les plaques positives peuvent supporter de 100 à 120 décharges, et les négatives 200 à 300. Les plaques négatives reposent par l'intermédiaire de supports venus de fonte sur le bord du récipient en ébonite; elles supportent par l'intermédiaire de tiges d'ébonite les plaques positives. Entre les plaques sont disposées des plaques d'ébonite perforées et ondulées d'à peu près 25 mm d'épaisseur. A peu près à 2 cm au-dessus de l'arête supérieure des plaques est disposé un couvercle en ébonite avec les bords garnis de caoutchouc vulcanisé. Des bagues en caoutchouc assurent aussi l'étanchéité aux endroits où le couvercle est traversé par les bornes. La liaison des éléments entre eux a lieu au moyen de bandes en argent avec vis argentées. Les plaques ont une épaisseur de 2 mm, les positives perdent après 100 décharges à peu près un tiers de leur capacité, par suite de la chute de la matière active. Le remplacement n'est du reste pas cher et revient à environ 3,75 centimes par voiture-kilomètre. Pour une prime ne dépassant pas 30 pour 100 du prix d'achat, la Société assure l'entretien de la batterie, y compris au moins une revision trimestrielle. Un landaulet, qui fait environ 80 à 100 km avec une recharge, est muni d'une batterie d'éléments de 180 A-h; pour une décharge en 5 heures, le courant de charge est de 40 A, le poids d'un élément de 10,9 kg, et ses dimensions de 146 × 91 × 280 mm. Lors des essais, on a pu faire 125 km à une vitesse moyenne de 15 km : h.

Le chemin de fer électrique de Kobé à Osaka. — Ainsi que l'indique la *Zeitschrift für Elektrotechnik*, c'est la première ligne électrique qui, au Japon, relie deux villes desservies déjà par une ligne à vapeur. Cette ligne électrique a une longueur de 32 km avec 30 haltes, et est parcourue par 18 voitures de construction japonaise ayant 50 places, et se suivant à 12 minutes d'intervalle. La ligne est divisée en 4 zones, le prix du parcours à l'intérieur d'une zone est de 12,5 centimes, et chaque zone est subdivisée en deux parties pour lesquelles le prix est de 7,5 centimes; le prix total du parcours est de 50 centimes. La ligne existante exploitée à la vapeur par le chemin de fer de l'état japonais n'a que 3 haltes entre les 2 villes; il y circule un train par heure, et le prix du parcours total est de 85 centimes en 3ᵉ classe et 2,40 fr en 1ʳᵉ. La durée du parcours est à peu près 2 fois moindre sur la ligne électrique.

Omnibus électriques. — On a ouvert un service d'omnibus électriques sur la 5ᵉ avenue de New-York. Les voitures automotrices pesant 7 tonnes sont actionnées par 2 moteurs de la *General Electric C°*, qui reçoivent leur courant d'un groupe générateur avec moteur à essence de 30 poncelets. Les roues sont actionnées au moyen de chaînes. Il y a une petite batterie d'accumulateurs qui sert à faire démarrer le moteur et assure l'éclairage. L'omnibus a de 28 à 50 places, et sa vitesse en palier est de 24 km : h.

Chauffage mécanique et chauffage à la main. — M. W. Bennis donne dans l'*Electrician* du 27 novembre des renseignements comparatifs sur les deux modes de chauffage.

En première ligne, il y a lieu de remarquer que les résultats du chauffage à la main dépendent énormément de la dextérité du chauffeur lui-même; ainsi à Sheffield on a pro-

cédé à des essais avec 5 chauffeurs différents, desservant dans des conditions identiques une même chaudière; le chauffeur le plus expérimenté a pu vaporiser 9 kg d'eau par kg de charbon, tandis que le moins habile n'a pu obtenir que 7,4 kg de vapeur.

Les renseignements comparatifs pour les deux systèmes, s'appliquent à la chaufferie d'une fabrique ayant une puissance d'environ 5600 poncelets, et pour une période d'un mois.

Chauffage à la main. — Salaires pour 16 chauffeurs et leur aide : 4712 fr; on a brûlé 4292 tonnes de charbon, les frais se sont donc élevés pour la conduite du feu à 1,1 fr par tonne.

On a dépensé pour l'amenée du charbon et l'enlèvement des cendres : 3046 fr, soit 0,7 fr par tonne.

Chauffage mécanique. — Salaires de 3 chauffeurs et 2 aides : 1381 fr; on a brûlé 6975 tonnes de charbon, de sorte que le prix de revient par tonne est de 19,8 centimes; les salaires de 11 manœuvres pour l'amenée du charbon et l'enlèvement des cendres se sont élevés à 3142 fr, soit à 45 centimes par tonne.

On a donc économisé avec le chauffage mécanique du feu, pour la conduite du feu, 1,16 fr par tonne, ce qui pour 6975 tonnes par mois représente une économie annuelle de 96 000 fr.

Des essais comparatifs ont montré qu'avec le chauffage mécanique on peut brûler aussi bien du charbon de qualité médiocre que du charbon d'excellente qualité; la vaporisation ne varie pas dans de grandes proportions avec la qualité du charbon. Les frais d'entretien des installations nécessaires au chauffage mécanique sont très faibles, ils se sont élevés, par exemple, dans une installation de Leeds annuellement à 24 fr par chaudière.

On peut aussi bien adapter le chauffage mécanique au genre de service de la fabrique, que le chauffage à la main; des essais entrepris par M. Fedden, de Sheffield, ont montré qu'en adoptant le chauffage mécanique, la puissance de vaporisation des chaudières est beaucoup augmentée. Tandis que l'on ne pouvait vaporiser dans une installation de chaudière au chauffage à la main que 4500 kg d'eau à l'heure, munie d'un chauffage mécanique, cette installation a pu produire 8000 kg à l'heure avec un rendement calorifique de 80 pour 100.

Les chiffres suivants relevés à la station centrale de Coventry, par Jeckell, montrent quelles sont les variations du prix de revient du kw-h, d'après le mode de chauffage; tandis qu'en 1901, avec le chauffage à la main, les frais pour 1 kw-h se sont élevés à 30,5 centimes, l'année suivante, quand le chauffage mécanique a été installé, les frais se sont abaissés à 8,5 centimes.

Manchons de couplage magnétiques. — D'après l'*Electrician*, du 24 novembre 1905, il existe à l'arsenal de Woolwich deux genres de couplage magnétique, l'un employé pour des moteurs de 4,5 kw, l'autre pour des moteurs de 18,5 kw, animés d'une vitesse de 300 t : m. Le manchon est constitué par un électro-aimant dans le vide annulaire duquel est placé l'enroulement magnétisant auquel le courant est amené au moyen de deux bagues.

Le petit manchon a un diamètre de 19 cm, la bobine a 5000 spires d'un fil de cuivre de 0,19 mm de diamètre. L'espace occupé par la bobine est de 258 cm³, celui occupé dans le modèle de 18,5 kw de 515 cm³. Les bobines sont placées sur la canalisation à 300 v, en intercalant une résistance de 1000 ohms. La puissance absorbée par la bobine du petit manchon est de 24 w, l'autre absorbe 42 w, ceci donne pour petit le manchon, qui peut au besoin transmettre 12 poncelets, une consommation de 2 w par poncelet.

Pour éviter que le manchon ne fonctionne quand le courant est coupé, on dispose entre le disque d'acier fixé à l'un des côtés de l'arbre et l'électro-aimant, un disque de métal non magnétique, ou bien sur les surfaces polaires annulaires de l'électro-aimant sont disposées des bagues en substance non magnétique. Dans ce dernier cas, le manchon peut transmettre une puissance plus élevée que dans le premier (intercalation d'un disque), le rapport est de 10,77 à 9,72 poncelets. On doit veiller à ce que de l'huile de graissage ne vienne s'interposer entre les surfaces agissantes, car quand celles-ci sont huilées, le manchon ne peut transmettre que la moitié de sa puissance normale.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Belfort. — *Éclairage.* — Dans une des dernières séances du Conseil municipal de cette ville, on s'est fortement occupé de la question de l'éclairage. Après avoir donné connaissance au conseil d'une lettre émanant d'une société qui va, dans les environs, construire une usine de production d'énergie électrique M. Marchegay donne lecture de son propre rapport et dépose sur le bureau le cahier des charges dans lequel est compris le traité à passer avec la Compagnie du Gaz de Mulhouse.

Brest. — *Station centrale.* — Au cours d'une récente séance le Conseil municipal de cette ville a entamé la grosse question du réseau de distribution de l'énergie électrique dans Brest dont nous avons indiqué les débuts (n° 338, **1906**, p. 4).

Au nom de la commission des affaires diverses, M. Hascoët donne lecture du rapport suivant :

« On peut se demander comment une ville de près de 100 000 habitants ne soit pas encore éclairée à l'électricité, alors que nous voyons autour de nous de toutes petites villes, de simples bourgades qui sont déjà dotées de ce mode d'éclairage.

Ce résultat est dû surtout à la position particulière de notre ville; pour fournir l'électricité nécessaire pour l'éclairage de notre cité, et pour les besoins de l'industrie locale, il faudrait une source d'énergie assez importante, qu'il est difficile de se procurer économiquement; pour avoir une chute d'eau suffisante, c'est-à-dire une source gratuite d'énergie, il faudrait se transporter à plus de 60 kilomètres, à moins qu'un hardi ingénieur trouve le moyen de puiser cette énergie dans l'entrée de la rade de Brest.

La destruction des ordures ménagères pourrait également être utilisée dans le même but.

Néanmoins, depuis quelque temps, différents industriels ont fait des offres à la ville pour l'installation d'une usine destinée à la production de l'énergie électrique.

Le moment semble venu à votre commission des affaires diverses de vous proposer d'examiner la question et dans quelles conditions nous pouvons accorder à un ou plusieurs industriels le droit de passage sur les voies municipales pour le transport de l'énergie électrique.

Les différentes propositions reçues peuvent se ramener à deux sortes : les unes — les plus nombreuses — demandent un monopole pour l'éclairage, d'une durée déterminée, 40, 30, 20 ou même 10 ans. Les autres ne demandent aucun monopole et se contentent du régime de la libre concurrence.

Chaque façon de procéder a ses avantages et ses inconvénients.

Il est évident que le système du monopole permet d'obtenir les avantages actuels les plus sérieux, permet d'imposer au concessionnaire les meilleures conditions possibles actuellement, et pour la ville et pour les particuliers. Seulement, il a le sérieux inconvénient de lier la ville pour l'avenir et de ne permettre que difficilement de profiter des progrès de l'industrie électrique.

La libre concurrence semble, à première vue, être le régime le plus séduisant. En apparence, il prête moins à critique.

Quoi, en effet, de plus simple et de plus logique : chaque industriel offre sa marchandise au public, et celui-ci choisit l'industriel qui lui fait les meilleures conditions.

Mais il se peut que, dans la réalité, les choses se passent autrement.

S'il ne se présente qu'un seul industriel, il tiendra ses prix au tarif le plus élevé possible. Il ne les baissera que dans la proportion strictement nécessaire pour prendre rapidement possession de la ville, quitte à essayer de les relever ensuite au besoin. Il ne faut pas oublier, en effet, que dès qu'un industriel aura établi tout un réseau de canalisation en ville, il sera très difficile pour tout autre industriel de venir le concurrencer. Ceci est tellement exact que certaines maisons nous offrent de prendre l'éclairage dans des conditions avantageuses, avec le régime de la libre concurrence, après un monopole d'une durée très limitée de cinq à dix ans.

D'un autre côté, s'il se présente deux ou trois industriels, après une courte guerre à coups de tarifs, ils finiront forcément par s'entendre et se partager la ville en réseaux, et le public risque de ne pas profiter comme il le suppose, du bénéfice du régime de la libre concurrence.

C'est pourquoi votre commission des affaires diverses s'est arrêtée au régime de la libre concurrence, mais en y mettant les conditions qu'elle croit propres à sauvegarder et les intérêts de la ville et ceux des particuliers contre toute surprise possible, tout en laissant, par ailleurs, au concessionnaire toute liberté de se mouvoir pour l'exploitation. Ces principales conditions sont les suivantes :

1° La ville devra se trouver réellement en face d'un industriel ou d'une société sérieuse ;

2° L'industriel aura toute liberté dans la production de l'énergie électrique comme courant et comme tension, mais la tension sera constante, les fils seront en principe souterrains ;

3° La ville fixe un tarif maximum tant pour la vente de l'énergie électrique que pour la vente ou la location des appareils ;

4° Si l'industriel s'arrête — pour quelque cause que ce soit, ou s'il arrive à la fin de sa concession — tout ce qui est dans le sol ou sur le sol, hors de l'usine, reste la propriété de la ville, et celle-ci aura la faculté de prendre elle-même l'usine et ses dépendances et la paiera pour sa valeur, à dire d'experts ;

5° Le ou les concessionnaires paieront à la ville une redevances de 0,02 fr par kilowatt produit :

6° Enfin, les ouvriers et employés de l'usine auront toujours une situation, au point de la liberté, des heures de travail et des salaires, au moins équivalente à celle des ouvriers et employés des entrepreneurs de la ville ».

Suit le cahier des charges, clauses et conditions pour la distribution de l'énergie électrique à Brest.

M. Hascoët donne lecture de l'article 1er, ainsi conçu :

L'autorisation de distribuer l'énergie électrique, tant pour les besoins de la ville que pour ceux des particuliers, pourra être accordée aux clauses et conditions du présent cahier des charges, à toute personne ou société qui en fera la demande et qui aura été agréée par la municipalité.

Les demandes, à cet effet, pourront être adressées au maire, aussitôt qu'avis sera donné de l'approbation du cahier des charges par le préfet du Finistère ; mais afin de permettre la libre concurrence dans des conditions égales entre tous, autant que possible, la distribution de l'énergie électrique ne pourra commencer qu'un an après ladite approbation ; les quelques prises de courant existant déjà, à titre provisoire, sur la ligne des tramways, continueront à fonctionner jusqu'à cette date ; mais, passé cette date, ces autorisations provisoires cesseront de plein droit, et le courant traversant les voies publiques sera coupé sans autre mise en demeure. Il ne sera plus délivré de nouvelles autorisations.

L'autorisation de distribuer de l'énergie électrique comporte le droit de poser *au-dessous* des voies publiques, dans toute l'étendue de la ville, les câbles ou fils pour conduire l'électricité destinée à l'éclairage, au chauffage, à la force motrice et à tous autres usages industriels, mais sans privilège ni monopole quelconque, la ville se réservant le droit absolu d'accorder d'autres autorisations semblables ou des autorisations pour tout autre mode d'éclairage, de chauffage ou de transport de force motrice, même dans les voies qui auraient déjà reçu des canalisations électriques. La ville pourra également produire et vendre elle-même de l'énergie électrique.

Une très longue discussion s'engage.

Il y a deux thèses en présence.

Celle de M. Goude, qui soutient que la libre concurrence n'est pas possible à Brest, car si l'on donnait à une société l'autorisation, par exemple, de s'installer rue de Siam et dans les quartiers riches, aucune autre société ne pourrait fonctionner dans les quartiers pauvres.

A Paris, le système des secteurs fonctionne, c'est vrai, mais il n'y a pas de comparaison à faire entre Paris et Brest.

En somme, M. Goude veut le monopole de l'éclairage électrique, ce qui n'empêchera pas de prendre toutes les précautions voulues pour sauvegarder les intérêts de la ville.

M. Piton ne veut pas de monopole exclusif pendant une longue durée.

Il est partisan de la concurrence libre en demandant de limiter le nombre des concurrents et le temps de l'exploitation, de façon à réserver toute liberté à la ville.

Il finit par se rallier, si l'on se trouvait en présence d'une société très sérieuse, à un monopole d'une durée de dix ans.

Il ne fait cette concession au monopole de dix ans qu'en prévenant ses collègues qu'ils encourent une très grosse responsabilité, qu'une sorte d'épée de Damoclès reste suspendue sur la ville à cause de l'amortissement du capital.

Il prie le conseil d'adopter la concurrence libre limitée, après étude, par une commission technique municipale, d'ingénieurs et de concessionnaires.

M. le maire met aux voix la proposition de M. Goude, qui est celle du monopole limité.

Cette deuxième proposition est adoptée.

La question du monopole étant votée, alors que le rapporteur prévoyait la concurrence libre, il est décidé de renvoyer le rapport Hascoët aux commissions du budget et des affaires diverses pour la modification de certains paragraphes.

ÉTRANGER

Hambourg (Allemagne). — *Station centrale.* — En 1896, l'énergie électrique nécessaire à la ville de Hambourg était produite par deux usines génératrices voisines et deux sous-stations contenant des batteries d'accumulateurs. Une autre usine génératrice de 5600 kw fut établie, très peu de temps après, pour l'alimentation des tramways au moyen de courant continu à 600 volts. En 1898 une nouvelle usine génératrice de 3500 kw fut construite au nord de Hambourg pour alimenter le réseau d'éclairage avec du courant continu sous 250 volts. En 1901, on établit au sud de Hambourg une usine de 1200 kw produisant des courants triphasés à 5000 volts pour alimenter deux sous-stations qui convertissent ces courants en courant continu à 2.110 volts. Cette usine contient trois groupes de 1950 kw produisant du courant continu à 600 volts pour les tramways, et deux batteries d'accumulateurs de 2400 ampères-heures, l'une pour l'éclairage, et l'autre pour la traction. Prochainement, on y installera encore deux turbo-alternateurs triphasés de 1750 kw.

La puissance totale des installations génératrices atteint 30 000 kw : la capacité totale des différentes batteries s'élève à 40 000 ampères-heures.



L'USINE ÉLECTRIQUE DE SAINT-DENIS

S'inspirant du grand développement probable des services électriques de Paris et de sa banlieue, ainsi que des progrès réalisés dans la construction des groupes électrogènes de grande puissance, la Société d'Électricité de Paris a décidé de mettre ceux-ci en application pour satisfaire aux besoins grandissants des industries tributaires de l'énergie électrique.

L'usine qu'elle a établie à Saint-Denis est caractérisée par un choix judicieux de l'emplacement, qui lui assure une alimentation facile et économique en charbon et en eau, et par l'emploi de tous les perfectionnements les plus récents pour la réalisation du prix de revient le plus réduit de l'énergie.

Située dans la région de la banlieue la plus riche en usines et ateliers industriels de toutes sortes, elle est ap-

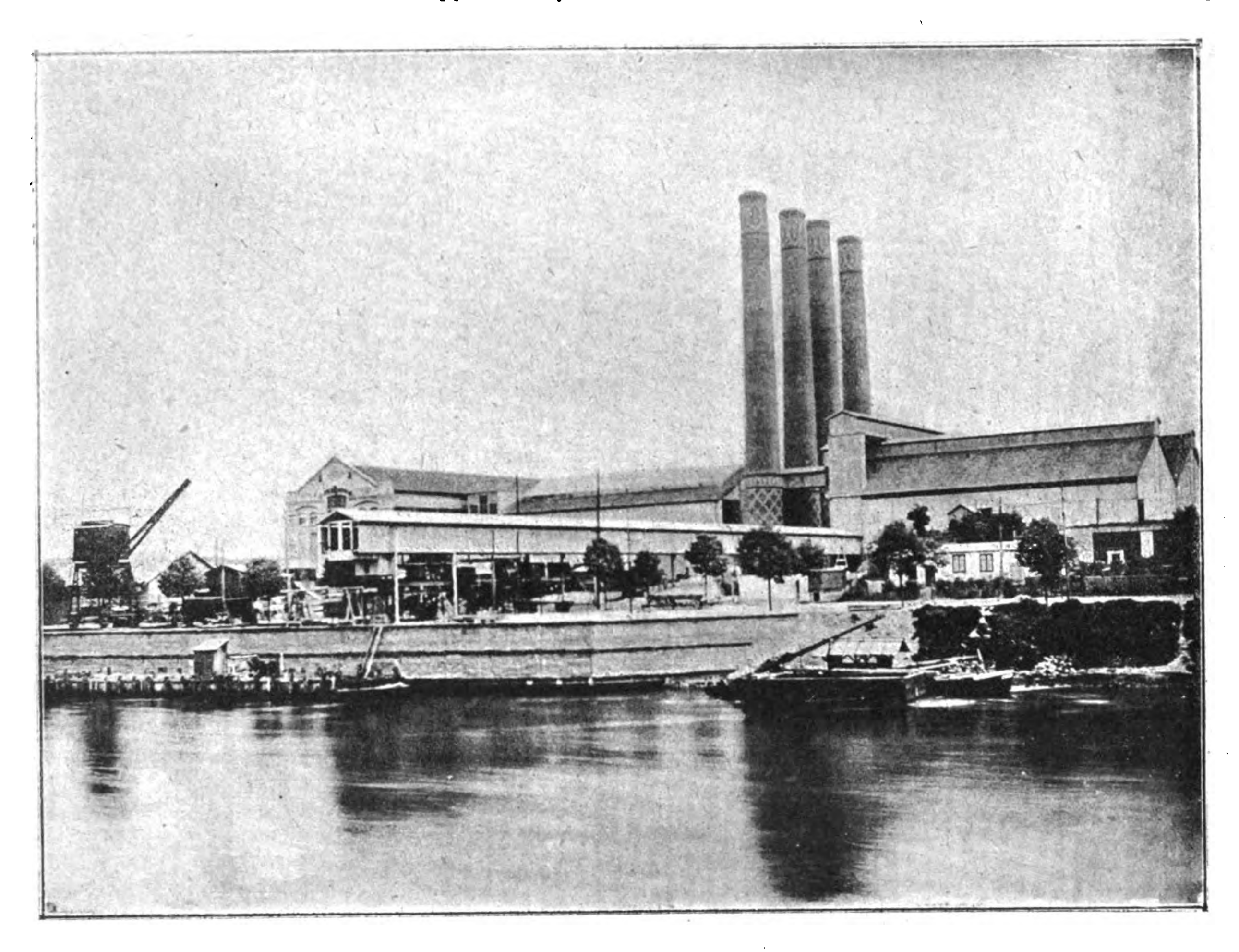


Fig. 1. — Vue générale de l'usine.

pelée à produire une force motrice assez considérable, et, en prévision de la fourniture d'énergie aux tramways et aux services d'éclairage de différents secteurs, même assez éloignés de l'usine, on a dû prévoir la production de diverses variétés de courant et faire choix d'une tension élevée pour en permettre la distribution économique à grande distance. C'est dans ce but qu'elle doit fournir et distribuer du courant alternatif triphasé à 10 250 volts et à 25 périodes par seconde pour la traction, et du courant alternatif diphasé à 12 500 volts et à une fréquence voisine de 42 périodes par seconde pour la force motrice et l'éclairage (¹).

La production de courant diphasé, qui, au seul point de vue général, n'aurait sans doute pas été adoptée, s'imposait cependant pour des raisons locales, puisqu'elle permettait l'alimentation des 3/5 des canalisations existantes de Paris et de la banlieue, à savoir :

Le réseau d'Éclairage et de Force, alimenté actuellement par l'usine à courant diphasé de Saint-Ouen ;

Le réseau du Secteur des Champs-Élysées, alimenté par courant alternatif simple ;

Et le réseau du Secteur Rive gauche alimenté de même.

(¹) La fréquence de son courant n'est pas 42, mais 41,67 p : s, choix qui permet le passage d'une fréquence à l'autre par groupe transformateur composé de 2 machines munies respectivement de 6 et 10 pôles.

La fréquence approximative du courant de ces trois réseaux est de 40 à 42 périodes, de sorte que la fréquence adoptée pour le courant diphasé à l'usine de Saint-Denis a été d'environ 42 périodes, ce qui permet de desservir immédiatement le secteur d'Éclairage et de Force, en vertu d'un contrat passé entre cette Compagnie et la Société d'Électricité de Paris.

Ajoutons qu'à titre accessoire, et pour des besoins locaux, l'usine de Saint-Denis peut produire du courant continu sous deux formes différentes :

Courant continu à 230 volts pour le service de l'usine (excitation des alternateurs, éclairage, moteurs auxiliaires, etc.);

Courant continu à 550 volts pour le service de certaines entreprises de traction, parmi lesquelles le tramway d'Enghien à la Trinité.

Généralités. — L'usine représentée figure 1 est prévue pour une puissance définitive de 72 000 kw, dont 12 000 de réserve, et on compte que, dès la fin de l'année 1906, elle comportera 10 groupes de 6000 kw, avec leurs condenseurs, chaudières, etc. : 7 de ces groupes fournissant

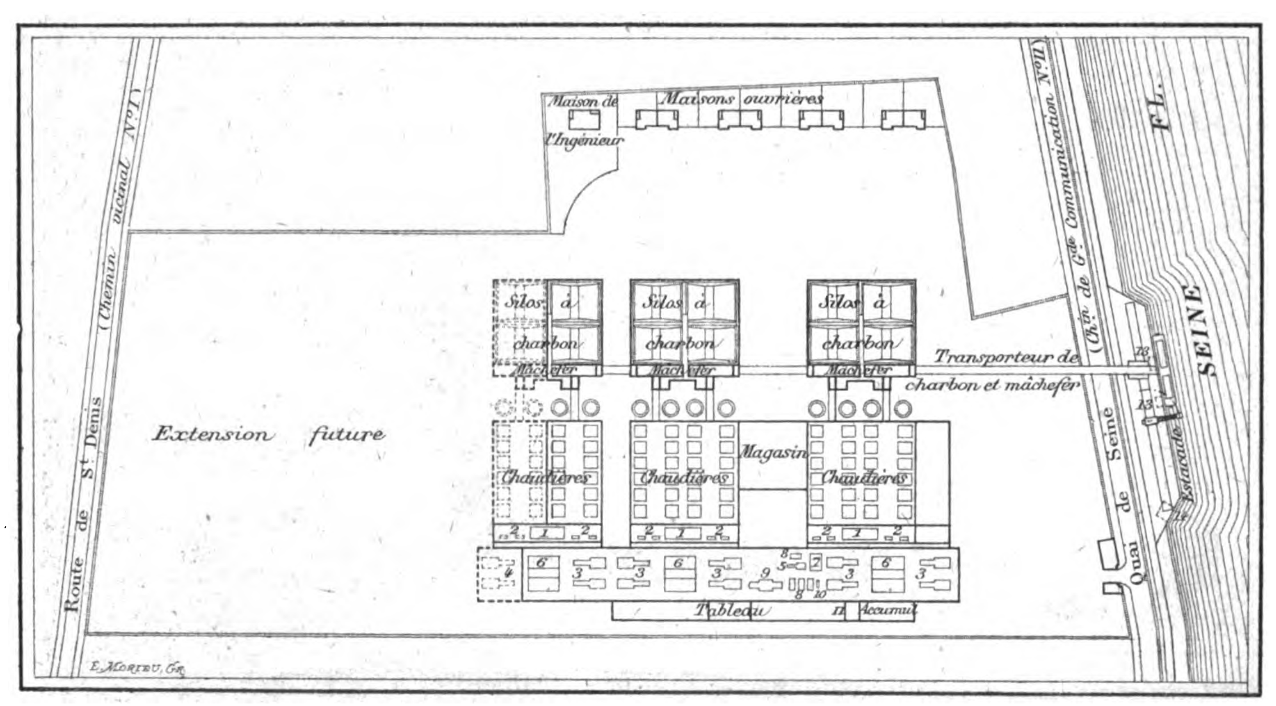


Fig. 2. — Plan de l'Usine d'Électricité de Saint-Denis. Échelle : 1/5000.

1, 1, 1, pompes d'alimentation des chaudières. — 2, 2, 2. compteurs d'eau pour la vapeur condensée. — 3, 3. dix turbo-alternateurs de 6000 kw. — 4, 4, deux turbo-alternateurs de 6000 kw projetés. — 5, turbo-dynamo de 300 kw, 250 volts. — 6, 6, 6. fosses des machines auxiliaires pour 4 turbo-alternateurs. — 7, fosse pour la turbo-dynamo de 300 kw. — 8, 8, groupes convertisseurs de courant à haute tension en courant continu à 220 volts. — 9, groupe convertisseur triphasé, diphasé, continu. — 10, survolteur pour les accumulateurs. — 11, bureau. — 12, réfectoire et cantine, bains-douches, ateliers et bureaux. — 13, chambres des galeries de prise d'eau. — 14, chambre des galeries d'évacuation.

du courant triphasé de 25 périodes par seconde et 10 250 volts, et les autres du courant diphasé de 42 périodes par seconde et 12 300 volts. Elle comporte déjà 4 turbo-alternateurs triphasés à 10 250 volts et 1 turbo-dynamo à courant continu à 230 volts, une batterie d'accumulateurs servant de réserve de courant continu, et 2 moteurs générateurs permettant de passer de la forme alternative à la forme continue pour l'excitation des alternateurs et les autres services à 230 volts.

C'est à ces groupes transformateurs et à la batterie qu'est emprunté le courant d'excitation en fonctionnement normal, la turbo-dynamo de 300 kw servant en cas de besoin.

Pour la description rapide de cette usine, nous passerons en revue successivement les installations affectées à la manutention du charbon et des cendres, la chaufferie, la salle des machines et leurs services accessoires, enfin le tableau de distribution destiné à commander la marche des machines et à répartir le courant produit.

I. Manutention du charbon et des cendres. — On voit par la figure 1, que l'emplacement de l'usine au bord de la Seine favorise l'amenée de charbon par bateaux, un appontement permettant le déchargement simultané de deux bateaux. Le construction de cet appontement constitue une intéressante application du ciment armé. Il est porté par des pieux en ciment armé, battus à la façon ordinaire, quelques précautions étant prises pour éviter l'écrasement de la tête des pieux. Ils présentent une section carrée de 20 cm de côté, une longueur de 8 m, et un poids de 1600 kg.

Dans l'estacade sont encastrées les deux chambres de prise d'eau, auxquelles aboutissent deux conduites d'amenée d'eau, d'environ 2 m² de section, commandées par des vannes.

En aval de l'estacade se fait l'évacuation d'eau de l'usine, par des conduites d'évacuation cylindriques en béton armé, d'un diamètre intérieur de 1,50 m et d'une épaisseur de 80 mm.

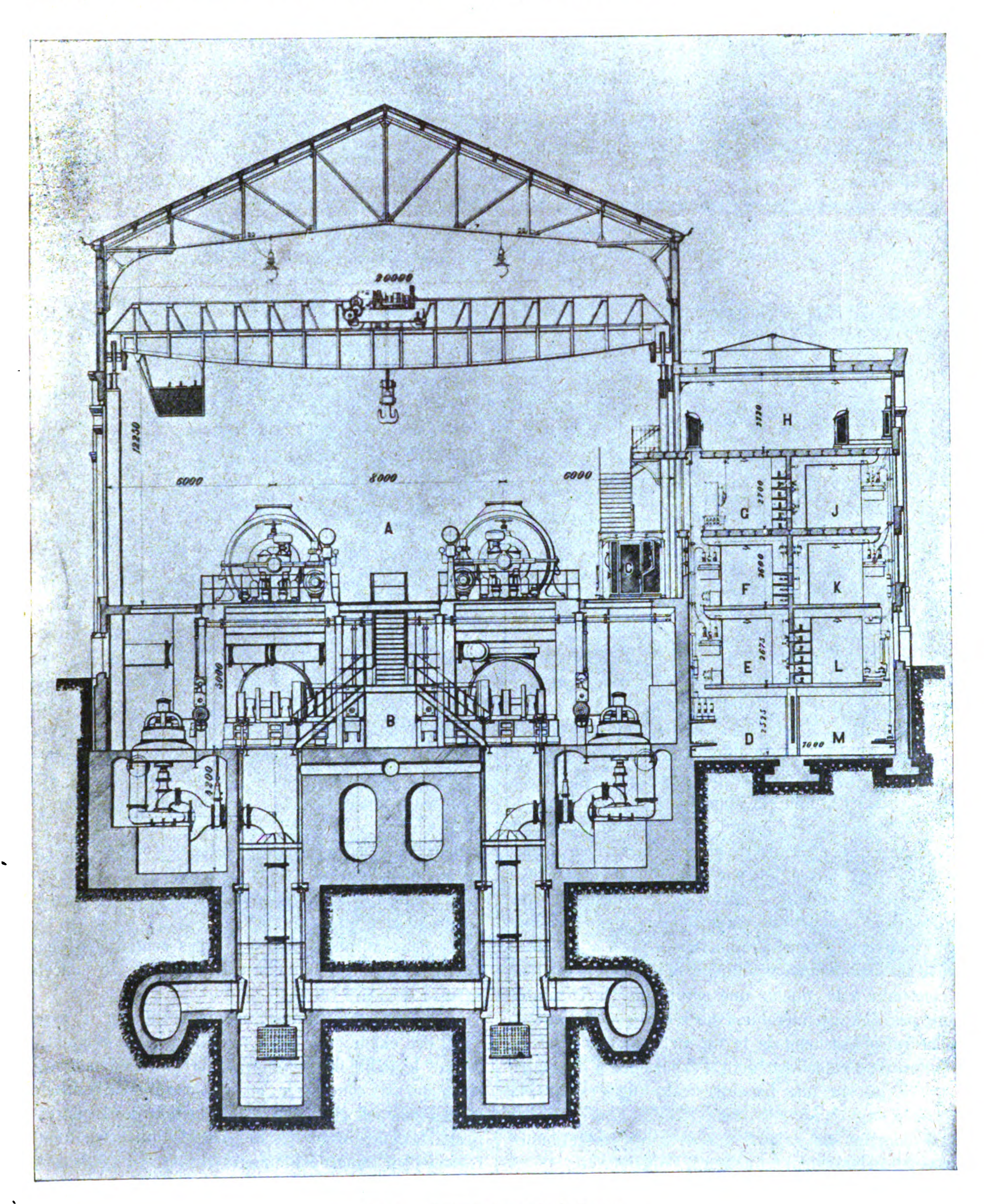


Fig. 5. — Coupe transversale de l'usine.

L'appontement comporte actuellement une grue de déchargement et en comportera ultérieurement deux, qui permettront le déchargement simultané de deux bateaux avec pour chacun une vitesse minima de déchargement de 40 tonnes à l'heure. Ces grues sont actionnées par des moteurs électriques à courant continu à 220 volts. Elles

alimentent, au moyen de deux convoyeurs Babcock parcourant une galerie aérienne, deux transporteurs parallèles, qui conduisent le charbon dans quatre silos de 3000 tonnes. D'autres transporteurs parallèles, alimentés par les précédents, desservent la salle de chauffe où se trouvent des réservoirs formant dépôts intermédiaires. Ces réservoirs, d'une capacité supérieure à 800 tonnes, alimentent des trémies distributrices qui, à leur tour, alimentent les chaudières. Ces mêmes transporteurs permettent encore d'effectuer l'évacuation des cendres, qui sont réunies dans des soutes, au voisinage des silos. Dans des annexes des silos, entre les transporteurs des silos et les transporteurs des chaufferies, sont installés des appareils mécaniques de broyage et de pesage du combustible.

Les appareils que nous venons de décrire sommairement sont du système Hunt, bien connu pour leur caractère pratique et leur service satisfaisant dans les usines les plus modernes des États-Unis.

II. Chaufferie (fig. 2 et 4). — Ainsi qu'on le voit dans le plan général (fig. 2), les chaudières sont réparties en plusieurs groupes autonomes, dont chacun correspond à chaque groupe de 4 machines. Ainsi que le montre la figure 2, un tel groupe générateur comporte 4 lignes de chaudières réparties normalement au grand axe de la salle des machines et la desservant au moyen d'un collecteur de vapeur parallèle à ce grand axe, et duquel se détachent 4 prises de vapeur allant aux 4 turbines. Ces conduites de vapeur, construites par la Société Babcock et Wilcox, ont un diamètre uniforme de 288 mm, le collecteur un diamètre égal, et la vapeur des 4 lignes de chaudières lui est amenée par 4 collecteurs tributaires de 288 mm de diamètre maximum. Le collecteur général du groupe est doublé sur une partie de sa longueur par un by-pass de 198 mm de diamètre intérieur. Les sections que nous venons d'indiquer sont remarquablement réduites, ce qui a permis de réduire la surface rayonnante des tuyauteries, et par conséquent la chaleur rayonnée, au détriment, il est vrai, de la pression, qui subit, dans des conduites d'aussi faible diamètre, une chute relativement considérable. C'est qu'en effet, pour la marche économique des turbines, il importe surtout de conserver à la vapeur une surchauffe élevée plutôt qu'une pression considérable. Pour réduire encore davantage ce refroidissement de la vapeur, on a recouvert les conduites d'un calorifuge dont l'expérience a démontré la supériorité sur tous les autres calorifuges essayés, la diatomite.

La *production de vapeur* comporte les perfectionnements et les éléments d'économie les plus parfaits :

1° Réchauffage de l'eau d'alimentation par 24 économiseurs Green, dont 20 actuellement installés. Ces économiseurs se composent chacun de 160 tubes d'environ 1 m² de surface de chauffe. Ils sont munis chacun d'un tube de trop-plein d'alimentation et d'une soupape de sûreté, et les raclettes de ces économiseurs sont mises en mouvement par un moteur électrique de 7,5 kw environ pour chaque salle de chaudières.

2° Production de la vapeur saturée par 24 chaudières Babcock et Wilcox, dont 20 actuellement installées, type marine, de 420 m² de surface de chauffe et de 11,20 m² de surface de grille.

3° Surchauffe à 350° par 24 surchauffeurs Babcock et Wilcox, dont 20 actuellement installés, de 172 m² de surface de chauffe, permettant de régler la température de la vapeur à sa sortie du surchauffeur entre 250 et 350°, quel que soit le débit.

Les chaudières sont munies de grilles mécaniques à chaînes, système Babcock et Wilcox, et chacune comporte deux grilles alimentées chacune par une trémie, un appareil de renvoi et de transmission permettant d'en commander le mouvement à l'aide d'un moteur électrique de 11 kw pour chaque rangée de chaudières. En cas de besoin, une transmission par chaîne permet d'accoupler les deux arbres de couche desservant les deux lignes de chaudières placées en regard et de les maintenir en fonctionnement au moyen d'un seul moteur électrique.

La capacité de production totale du groupe générateur ainsi composé est de 165 000 à 206 000 kg de vapeur par heure. La production de cette vapeur est faite dans des conditions particulièrement économiques, le rendement d'un groupe chaudière économiseur ayant atteint le chiffre de 85 pour 100, la température des gaz à leur entrée dans le carneau ne dépassant pas 130°.

III. Pompes alimentaires. — L'alimentation des chaudières est faite par deux réservoirs supérieurs et deux réservoirs inférieurs de 125 m³ chacun. Les pompes d'alimentation, desservant 24 chaudières, sont au nombre de 4, groupées dans un local de même largeur que la section de chaufferie correspondante, et placées entre cette section et la salle des machines (voy. plan général, fig. 2).

Deux des quatre pompes sont des pompes triplex à pistons plongeurs, chacun commandé par engrenages au moyen d'un moteur électrique de 50 poncelets environ, à courant continu sous 220 volts.

Les deux autres sont des pompes centrifuges à commande directe par moteur électrique, de 75 poncelets environ sous 220 volts.

De la salle des pompes, on peut contrôler le niveau d'eau des chaudières et le rétablir à tout moment, en réglant le débit des pompes ou la marche des moteurs électriques de commande; on peut aussi régler l'allure des grilles Babcock et Wilcox et la position des registres de tirage des cheminées. Les dispositions qui permettent ce réglage sont remarquablement réduites et ingénieuses, et elles constituent une importante innovation dans la construction des usines centrales, et surtout dans les moyens d'en rendre l'exploitation pratique et économique.

Pour démontrer la bonne utilisation du sol de la chaufferie, nous empruntons à une étude de M. Ludwig Troske le tableau comparatif suivant, dans lequel figurent en

rapprochement les éléments caractéristiques des deux usines parisiennes les plus récentes : l'usine de Saint-Denis que nous décrivons et l'usine de Bercy du Métropolitain :

DÉSIGNATION ET DATE D'INSTALLATION DES USINES.	PUISSANCE EN KW.	SURFACE DE SOL COUVERTE PAR LA CHAUFFERIE EN M².	SURFACE DE CHAUFFE DES CHAUDIÈRES EN M².	SURFACE DE CHAUFFE PAR M² DE SOL EN M².	PUISSANCE PAR M² DE SOL EN KW.	PUISSANCE PAR M² DE SURFACE DE CHAUFFE EN KW.
St-Denis 1905 .	20 000	2 100	8 400	4,00	9,52	2,38
Bercy 1904 . .	14 400	5 400	13 320	2,47	2,67	1,08

IV. Groupes électrogènes. — Les dispositions de la salle des machines sont représentées en plan (fig. 2) et en élévation (fig. 3).

La salle a une largeur de 20 m et sa longueur après achèvement atteindra environ 180 m. Appelée à produire du courant alternatif et du courant continu, comme l'indique l'introduction de cette étude, elle comporte pour le moment le matériel de production et de transformation énuméré ci-après :

1° 4 turbo-alternateurs triphasés système Brown Boveri Parsons, comprenant une turbine à vapeur pouvant développer environ 8620 poncelets et un alternateur triphasé de 6000 kw en régime continu, tournant à la vitesse de 750 t:m.

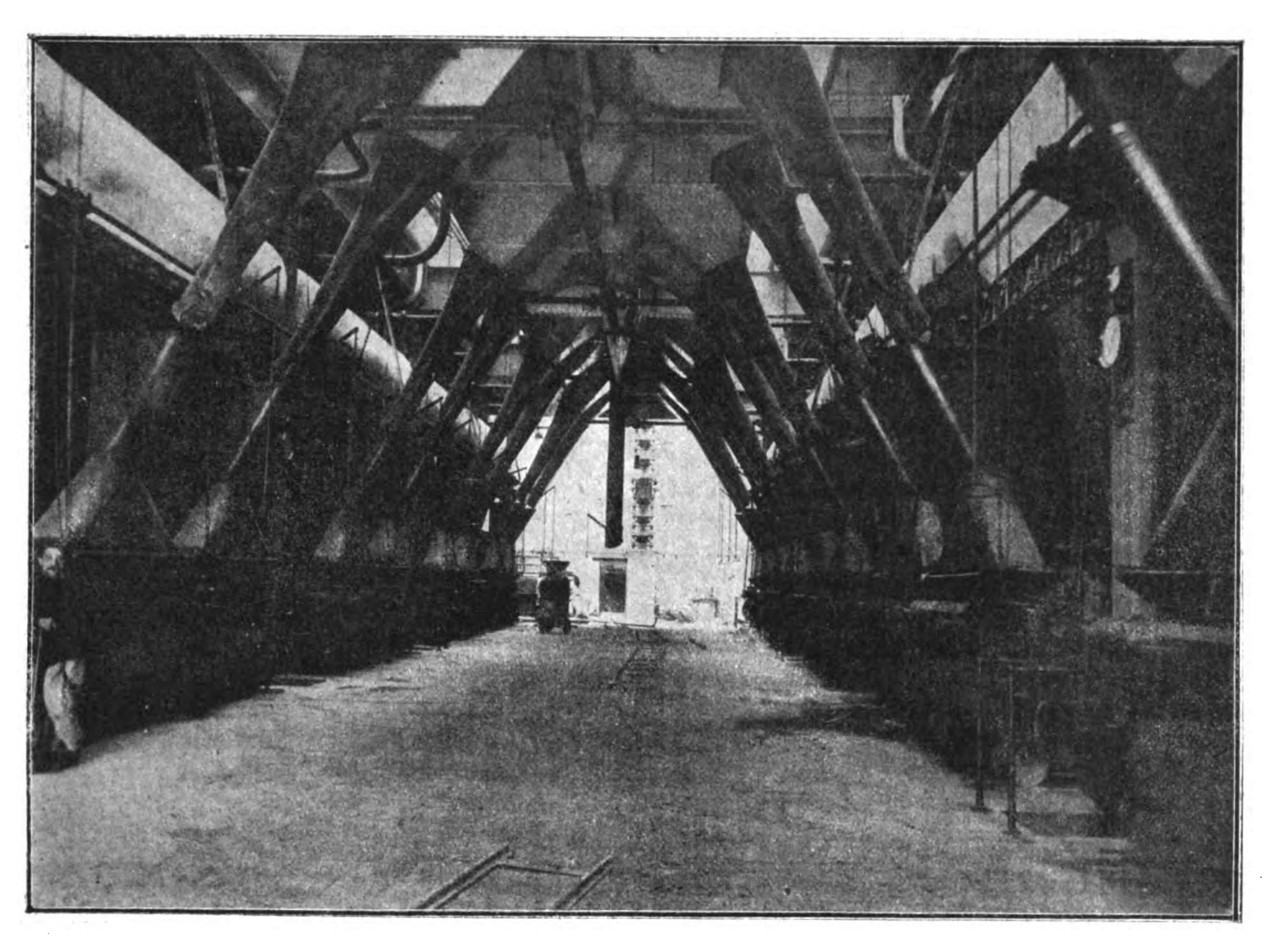


Fig. 1. — Vue d'une double ligne de chaudières dans la chaufferie.

Ces alternateurs peuvent fonctionner sur des circuits inductifs d'un facteur de puissance de 90 pour 100, et fournir dans ces conditions 6660 kv-A, la tension aux bornes étant de 10 250 v à la fréquence de 25 périodes par seconde.

Chacun des groupes a une longueur de 14,50 m, une largeur de 4,75 m et une hauteur de 3,50 m.

La garantie de consommation de la turbine, alimentée en vapeur à la pression de 12 atmosphères et surchauffée à 300°C, est de 6,8 kg à pleine charge et de 8,25 kg à demi-charge (1).

Les groupes sont disposés comme l'indique le plan, et le rapprochement des cylindres à haute pression des 4 turbines permet de simplifier les tuyauteries d'amenée et d'évacuation de vapeur.

Ces dispositions auraient permis même l'adaptation

(1) Avec le vide très réduit fourni par les condenseurs de l'usine, vide qui atteint 96 à 98 pour 100, cette consommation est encore sensiblement réduite ainsi qu'on le verra ultérieurement par les résultats d'essais que nous publierons.

d'un simple condenseur central à chaque groupe de 4 turbines, mais cette solution exigerait des tuyauteries disproportionnées. Les turbines sont donc desservies par 4 condenseurs à surface construits par la maison Brown Boveri (corps tubulaire en acier, 2600 tubes en laiton étamés et fixés dans des plaques de tête en bronze).

La pompe à air de chaque condenseur est une pompe à pistons commandée directement par un moteur électrique à courant continu développant une puissance d'environ 38 poncelets sous 220 volts.

La pompe de circulation d'eau froide de chaque condenseur est du système à force centrifuge et elle est commandée par un moteur électrique de 90 poncelets. Elle puise directement l'eau dans la conduite d'amenée de 2 m² de section, que nous avons mentionnée précédemment.

La tuyauterie présente la plus grande simplicité.

Ainsi qu'on le voit dans la vue générale de l'usine (fig. 5), la fosse contenant les condenseurs et pompes est directement accessible au crochet du pont roulant, et on y peut descendre par de larges escaliers. La vue séparée du groupe (fig. 6) permet de se rendre compte des organes et des accessoires de la turbine, accessoires étudiés pour en permettre les essais complets, dont nous ferons con-

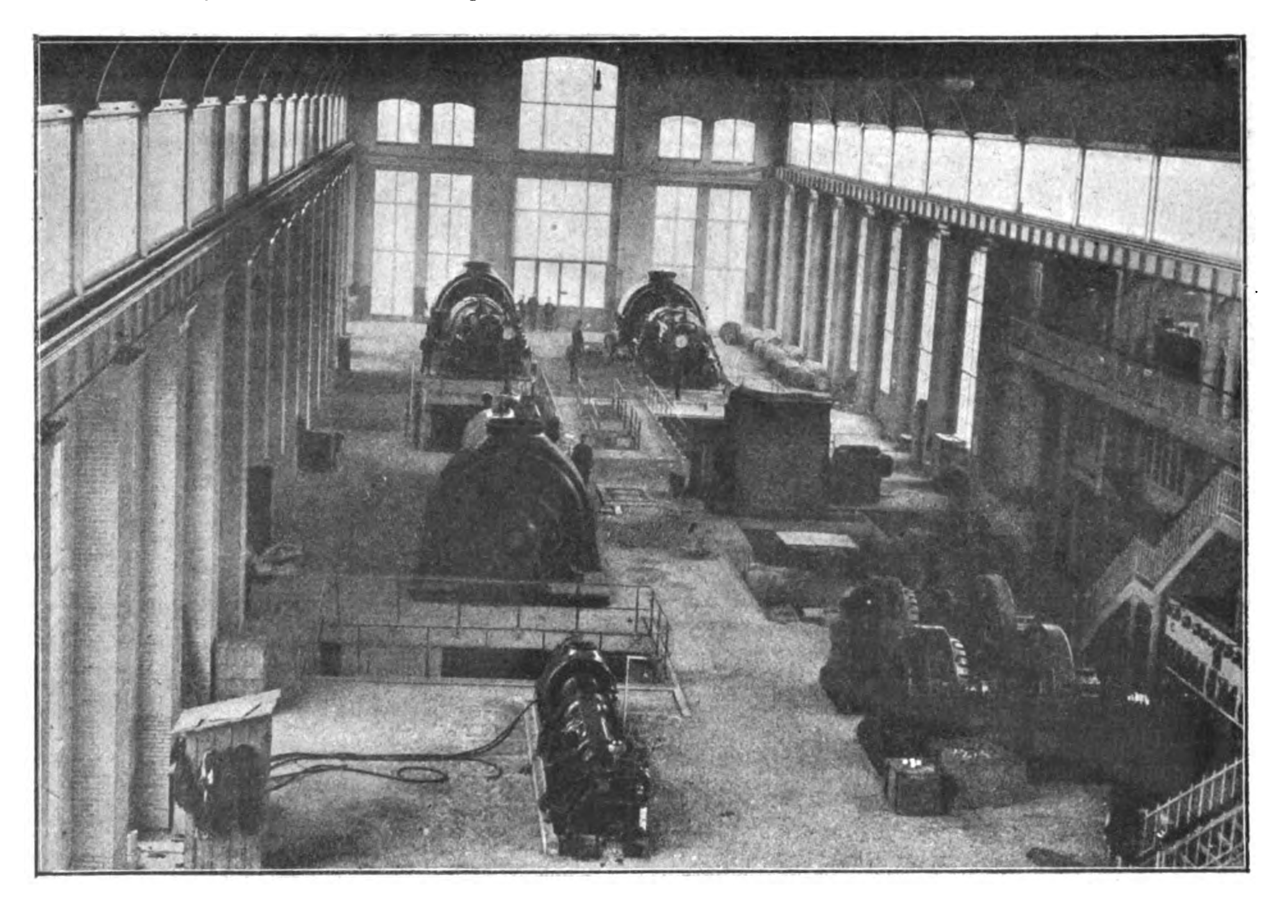


Fig. 5. — Vue générale d'une partie de l'usine (représentant un ensemble encore incomplet de trois groupes électrogènes de 6000 kw). — Au premier plan à gauche, la turbine de 300 kw à courant continu ; à droite, deux groupes transformateurs d'alternatif en continu. — Le tableau de distribution à courant continu au niveau de la salle des machines, et à 5 m environ de hauteur la plateforme de la salle des machines d'où on découvre toute l'usine.

naître ultérieurement les résultats (manomètres, indicateurs de vide, thermomètres indiquant la température de la vapeur à l'admission, manomètres de pression d'huile, etc.),

Outre le régulateur de vitesse bien connu du genre Parsons, la turbine comporte une commande automatique d'admission de vapeur agissant comme dispositif de sécurité, et fermant complètement l'admission au cas où la vitesse dépasse de 15 pour 100 la valeur normale.

Le graissage de la turbine est assuré par deux pompes entraînées simultanément par son mouvement propre, ce qui confère au graissage la plus grande sécurité. Avant la mise en marche de la turbine, ce graissage est fourni par une pompe à huile à vapeur, envoyant l'huile sous pression aux groupes turbo-générateurs au moment de la mise en marche ou en cas d'accident, et pouvant alimenter 2 groupes de 6000 kw.

2° La production du courant continu est assurée directement en cas de besoin par un turbo-générateur à courant continu système Brown Boveri Parsons, développant 300 kw à 230 v, à la vitesse de 2700 t : m. Les accessoires sont les mêmes que pour le groupe précédent.

La condensation est faite par surface et la disposition du condenseur est la même, mais avec cette particularité qu'une valve à deux directions permet l'échappement à l'air libre en cas de besoin.

3° Pour l'obtention de courant continu à l'aide du courant alternatif de l'usine, ont été installés 2 moteurs générateurs de 375 kw transformant le courant triphasé à 25 périodes par seconde et 10 250 v en courant continu à 230 v. Chacun comporte un moteur synchrone à courant alternatif triphasé tournant à 375 t:m sous une tension de 10 250 v aux bornes et une génératrice couplée sur le même arbre et excitée en simple dérivation sous 230 v. Le circuit d'excitation du moteur est également enroulé pour 230 v, et alimenté à partir des barres omnibus à 230 v.

Les machines comportent les accessoires ordinaires et rhéostats, dont on verra la disposition dans la description du tableau.

Le démarrage se fait du côté continu au moyen d'un rhéostat de démarrage sur la génératrice, et par l'emploi des appareils de synchronisation ordinaires.

4° Une batterie d'accumulateurs de la Société Tudor fournit la réserve d'énergie indispensable pour la mise en route et pour les cas de besoin : elle est composée de 126 éléments Tudor, d'une capacité de 1300 A-h au régime de décharge en 1 heure. La charge de cette batterie est faite avec le concours d'un survolteur composé d'un moteur à courant continu tétrapolaire tournant à 600 t:m et d'une génératrice accouplée directement.

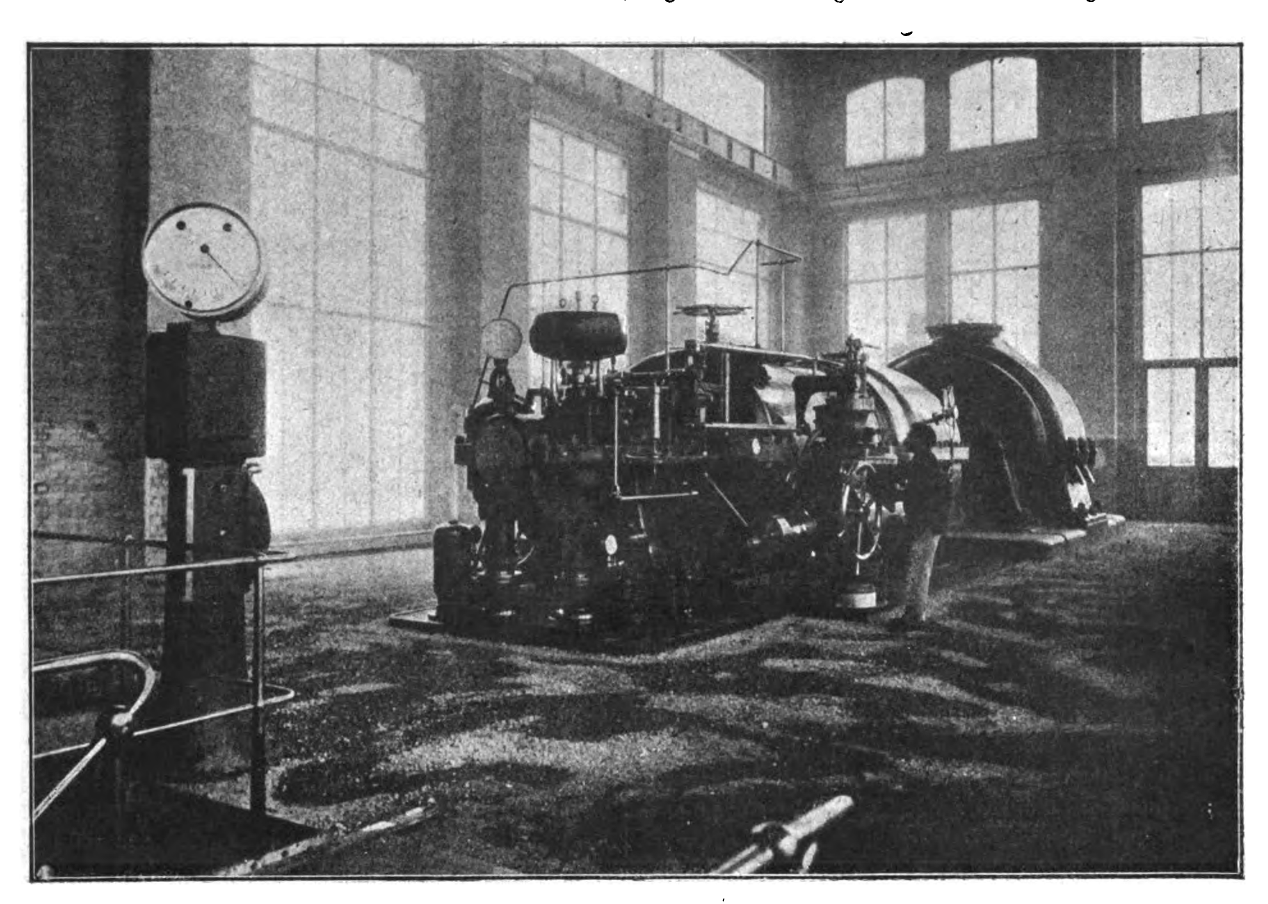


Fig. 6. — Vue d'ensemble d'un groupe électrogène de 6000 kw.

Cette génératrice est excitée en dérivation et donne une différence de potentiel aux bornes de 110 v, avec une intensité de courant de 0 à 660 A.

L'ensemble survolteur se complète par les rhéostats d'excitation du moteur et de la génératrice et par le rhéostat de démarrage du moteur à courant continu.

5° Le courant diphasé est obtenu à l'heure actuelle par la transformation du courant triphasé principal, et il en sera de même du courant continu à 550 v, aussi longtemps que les besoins relativement réduits de ce courant seront sans extension. La transformation polymorphique double de courant triphasé en diphasé et de courant triphasé en continu 550 v est faite par un groupe de 4 machines tournant à 500 t:m, et comprenant 2 moteurs synchrones de 1500 kw chacun, l'un triphasé 10 250 v, fréquence 25; l'autre diphasé 6150 v, fréquence 42, et comprenant de plus 2 dynamos à courant continu, d'une puissance de 750 kw chacune à 550 v.

Les rôles peuvent d'ailleurs être intervertis entre les moteurs et générateurs de ce groupe suivant les besoins du service.

Maintenant que nous pouvons considérer comme connue la composition de l'usine, au tableau de distribution près, nous nous servirons de la coupe transversale représentée figure 3 pour énumérer les nombreux éléments visibles sur cette figure et dont l'emplacement et la distribution apparaîtront bien nettement. Cette figure

nous permettra d'ailleurs de passer à la description du tableau de distribution sans faire appel à des dessins de détail ou à des descriptions dépassant trop par leur ampleur le cadre de cette étude.

Dispositions générales représentées par la figure 3. — Les étages de l'usine et du tableau de distribution sont nettement représentés par cette figure, où 3 cotes principales de niveau intéressent la salle des machines proprement dites, cotes qu'il sera facile de reconnaître puisque le dessin est à échelle exacte.

Sol extérieur de l'usine, à la cote 32.

Plancher de la salle des machines, surélevé à la cote 34,50. Plancher du sous-sol de la salle des machines, surbaissé, à la cote 29,50.

Au-dessus du plancher de la salle des machines A sont nettement représentés en coupe les turbo-alternateurs de 6000 kw et le pont roulant de 40 tonnes qui les dessert.

En C est représenté le tableau de distribution du courant continu à basse tension, 230 volts;

En B est représenté le sous-sol de la salle des machines, dans lequel on voit les condenseurs à surface placés sous

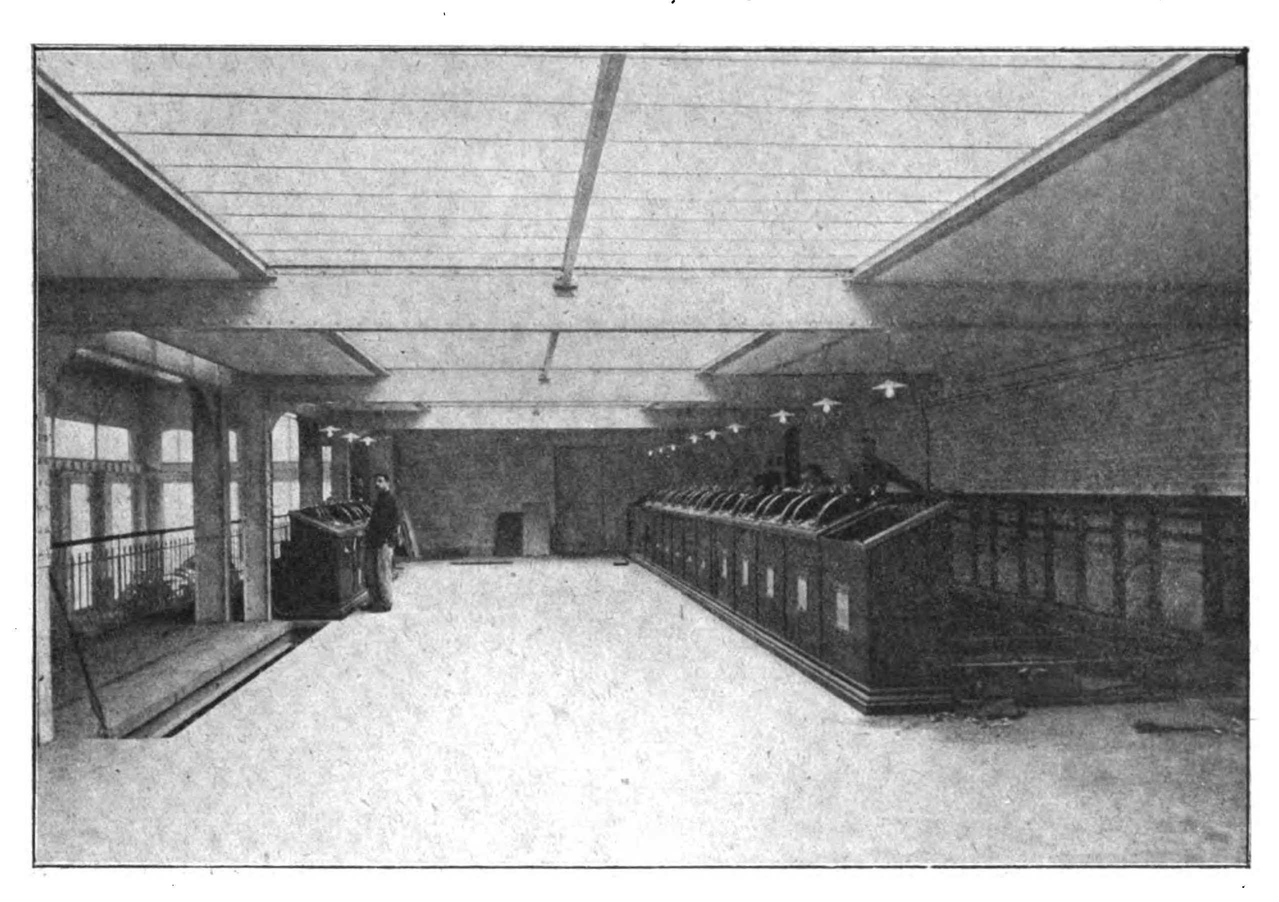


Fig. 7. — Vue de la galerie de manœuvre du tableau de distribution.

les turbines et les pompes à air à pistons et à arbre horizontal.

On voit également de chaque côté de cette coupe les moteurs électriques de 90 poncelets, dont les arbres disposés verticalement traversent le plancher du sous-sol et commandent les pompes de circulation des condenseurs. A cet étage se voient en coupe, entre les pompes centrifuges ainsi commandées, les galeries d'évacuation d'eau de refroidissement des condenseurs, et à l'étage inférieur se voient également en coupe transversale les galeries d'amenée d'eau de la Seine, chacune d'un débit suffisant pour le service éventuel de la condensation de la vapeur correspondant à une production de 80000 kw. Une courte galerie transversale les met en communication, par l'intermédiaire de vannes coniques, avec les puits et prises d'eau des pompes de circulation, et d'autres vannes coniques permettent, par l'intermédiaire d'une galerie transversale en prolongement des deux premières, l'intercommunication des puits et des galeries d'amenée d'eau, de sorte qu'on peut alimenter les puits par l'une quelconque des galeries. La figure représente nettement les vannes à siège conique et leur commande, dont le renvoi aboutit aux bords des puits, au-dessus du sous-sol de la salle des machines.

V. Distribution du courant. — Le courant de chaque alternateur est envoyé, par un interrupteur triphasé placé au voisinage immédiat de l'alternateur, à 3 câbles triphasés de 3×100 mm² chacun, qui le conduisent au tableau de distribution. Cette subdivision est faite en

raison de la valeur élevée du courant confié au câble, mais elle cesse après l'arrivée au tableau de distribution, où elle introduirait une inutile complication, puisqu'aux conducteurs isolés formant câbles, peuvent être substitués des conducteurs nus. Ce sont, comme l'indique la figure 3, des barres de cuivre supportées par des isolateurs à triple cloche, et séparées par des cloisons de béton.

Le tableau comporte 5 étages, dont les 4 premiers à partir du bas sont divisés en deux moitiés par une cloison de béton servant à porter les isolateurs de support des barres distributrices.

La moitié directement attenante à la salle des machines, ou moitié gauche de la figure, reçoit le courant des machines;

L'autre moitié, ou moitié droite, sert au départ des feeders.

Dans la chambre D d'amenée du courant des machines aboutissent, pour chaque alternateur, les 3 câbles triphasés mentionnés précédemment, et ces câbles sont réunis en un seul faisceau triphasé au moyen d'interrupteurs associant convenablement les phases correspondantes.

Le faisceau unique ainsi constitué pour chaque alternateur, atteint :

Dans la chambre E, l'interrupteur principal;

Dans la chambre F, l'interrupteur de charge, qui a pour fonction la mise en charge progressive des canalisations, ou l'enlèvement progressif, pour les besoins d'essais, de la charge fournie à ces dernières;

La chambre H, de l'étage supérieur, est exempte de conducteurs à haute tension, ceux-ci passant sous le plancher de la chambre G pour atteindre la paroi centrale et distribuer le courant aux conducteurs de sortie par les chambres J K L M;

La chambre J contient l'interrupteur principal pour les câbles de distribution sortant de l'usine;

La chambre K, l'interrupteur de charge correspondant;

La chambre L renferme les parafoudres ou limitateurs de tension des feeders, et la chambre M les départs proprement dits des câbles souterrains, départs représentés par des boîtes d'accouplement des câbles de l'usine aux câbles des feeders.

La chambre G contient les résistances de réglage (rhéostats d'excitation des alternateurs, rhéostats de réglage des moteurs, etc.), et donne passage, le long de la paroi qui la limite à droite, aux barres collectrices du courant du tableau.

Dans la chambre H sont disposés :

A gauche, les pupitres de manœuvre et de contrôle des alternateurs;

A droite, les pupitres de manœuvre et de contrôle des feeders.

Enfin, le mur de droite de la même chambre porte les compteurs et enregistreurs à maxima des feeders.

L'usine de Saint-Denis, en marche depuis quelques jours, et déjà en service quotidien de 20 heures avec un groupe principal, fournit chaque jour 64 à 67 000 kw-h aux réseaux du chemin de fer métropolitain et du secteur Edison.

Les prix de revient unitaires paraissent devoir réaliser de tous points les espérances des promoteurs. Pour l'installation même, où aucun des perfectionnements les plus coûteux n'a été épargné, le prix de revient, après achèvement, sera inférieur à 500 fr par kw installé, ce qui représente un des prix les plus réduits du monde entier.

L'économie de charbon est telle que la consommation de combustible n'atteindra pas même 1 kg par kw-h.

L'économie de personnel est non moins remarquable, le personnel suffisant s'élevant à un effectif invariable de 10 hommes, augmenté de 16 hommes par groupe de 12 000 kw et par service continu de 24 heures.

Il nous semble que de tels chiffres offrent un enseignement et encouragent un espoir, qu'avec nous, beaucoup de nos lecteurs accueilleront favorablement : celui de voir désormais l'énergie électrique offerte à des prix pouvant concurrencer le gaz. Avec le concours d'une telle usine et des canalisations existantes, ne semble-t-il pas que les secteurs d'électricité pourraient réaliser des bénéfices et élargir leur clientèle, en lui vendant l'électricité à moins de la moitié des prix en vigueur actuellement?

P. L.

VOITURE ÉLECTRIQUE VÉDRINE

L'Electrique Védrine est un *accumobile*, suivant la dénomination sous laquelle M. Hospitalier a classé toutes les voitures qui emportent avec elles, pour leur propulsion, une batterie d'accumulateurs comme unique réservoir d'énergie. Comme accumobile, elle se distingue de toutes les autres par les dispositions électriques qu'elle emploie, et c'est surtout à ce point de vue que nous désirons la décrire.

I. *Dispositions générales.* — Les figures 1, 2 et 3 représentent en perspective, en élévation et en plan, le châssis de la voiture, sur lequel on peut monter toutes les différentes sortes de carrosseries employées ordinairement dans les villes, landaulets, coupés, victorias, etc... La figure 4 représente une voiture complète, c'est-à-dire le châssis portant sa carrosserie landaulet 3/4.

On voit par les figures 2 et 3 que dans ce châssis l'essieu arrière est moteur; un moteur unique dont l'arbre est parallèle à l'essieu E commande les deux roues par l'intermédiaire d'un différentiel N analogue à ceux employés dans les voitures à pétrole; les roues avant sont simplement directrices.

A l'avant, sous le plancher du conducteur de la voiture,

sont placés les appareils de commande que les pieds manœuvrent au moyen de 3 pédales :

1° La pédale H qui sert à la mise en marche avant.

2° La pédale I qui donne la mise en marche arrière.

3° La pédale J qui commande le frein de bloquage et coupe le courant de la batterie.

La batterie d'accumulateurs A est située entre les deux essieux mais plus près de l'essieu avant, de telle façon que, lorsque la voiture est en ordre de marche avec les voyageurs, les poids se trouvent répartis à peu près également sur chaque essieu.

Le châssis vers le milieu de sa longueur est fortement surbaissé de façon à présenter un accès facile à l'intérieur de la voiture; c'est sous la partie surélevée de l'arrière que se place le moteur qui fait corps avec l'essieu et qui est empêché de tourner avec lui par le point d'appui qu'il prend sur un ressort O; la fonction de ce ressort est d'adoucir les démarrages et les freinages ou d'une façon générale toutes les variations de vitesse un peu brusques qu'on est parfois obligé de donner à la voiture ou qu'elle prend d'elle-même par suite des inégalités du sol.

II. *Commandes électriques.* — En dehors de celle que nous décrivons, toutes les voitures électriques procèdent pour obtenir les différentes vitesses par couplages de batteries, de moteurs, ou d'enroulement d'excitation, au moyen d'un combinateur ou contrôleur. Dans la voiture Védrine au contraire la batterie d'accumulateurs est unique. le moteur qui est à enroulement

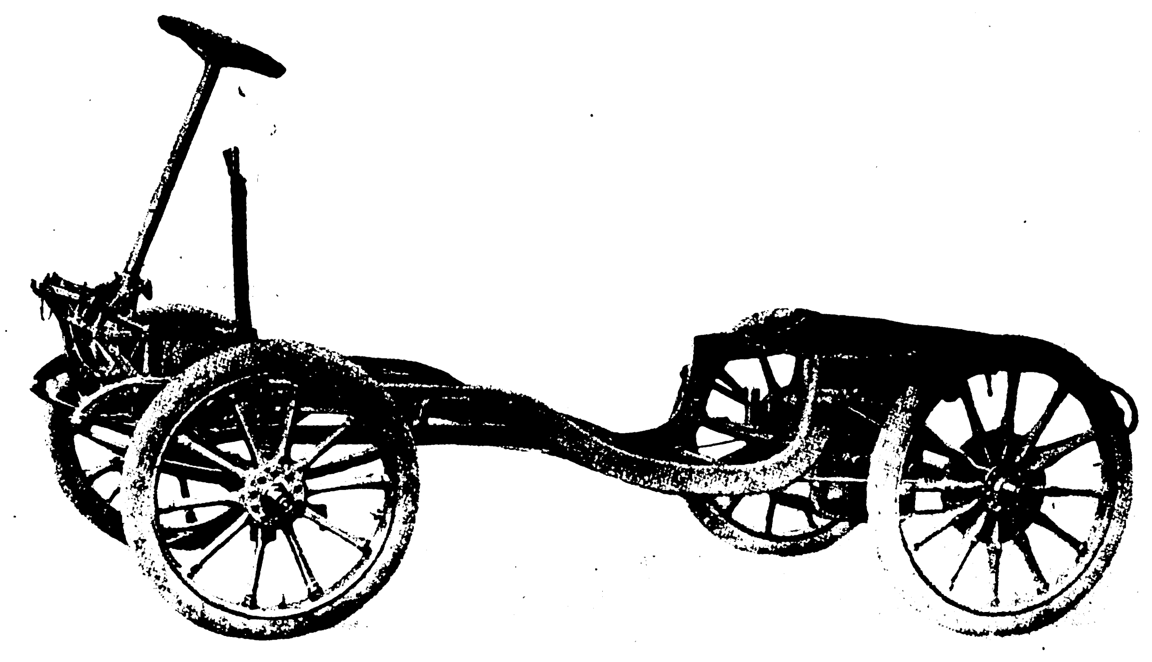


Fig. 1. — Châssis des voitures Védrine.

compound est unique et chacun de ses deux circuits d'excitation shunt et série sont simples.

Si nous nous reportons à la figure 5 nous pouvons voir que les canalisations qui réunissent les différents organes sont très simples : le courant part du pôle positif de la batterie, traverse l'ampèremètre et se rend au *démarreur.* Ce démarreur est un appareil qui sert à la mise en marche et qui a la double fonction d'interrupteur et de rhéostat du courant principal. En sortant du démarreur le courant passe par l'induit du moteur, l'enroulement d'excitation série et est ramené à l'avant de la voiture à la fiche et ensuite au pôle négatif de la batterie.

La fiche est un interrupteur de sécurité qui isole la batterie sur le pôle négatif comme elle est isolée au positif par le démarreur lorsque la voiture est à l'arrêt.

Le schéma se trouve compliqué, pour ce qui concerne le circuit principal, par les deux câbles qui relient la batterie aux bornes de charge d'une part, et, d'autre part, par l'interrupteur dont la fonction est de mettre l'enroulement série en court-circuit dans un but que nous expliquerons plus loin.

Le circuit de fil fin n'est pas moins simple ; il est branché au démarreur sur le fil qui vient du pôle positif de la batterie, passe par l'inverseur, l'accélérateur qui est un rhéostat d'excitation, le démarreur qui sert d'interrupteur, l'enroulement shunt du moteur, revient à l'inverseur et gagne le pôle négatif de la batterie à la fiche de sécurité.

L'ensemble de ces circuits est donc excessivement simple à côté de ceux des voitures électriques ordinaires, et il possède cette particularité intéressante que le courant principal ne traverse que deux coupures, une au démarreur et une à la fiche de sécurité, ce qui est le minimum, si l'on considère indispensable que le moteur puisse être complètement isolé de la batterie.

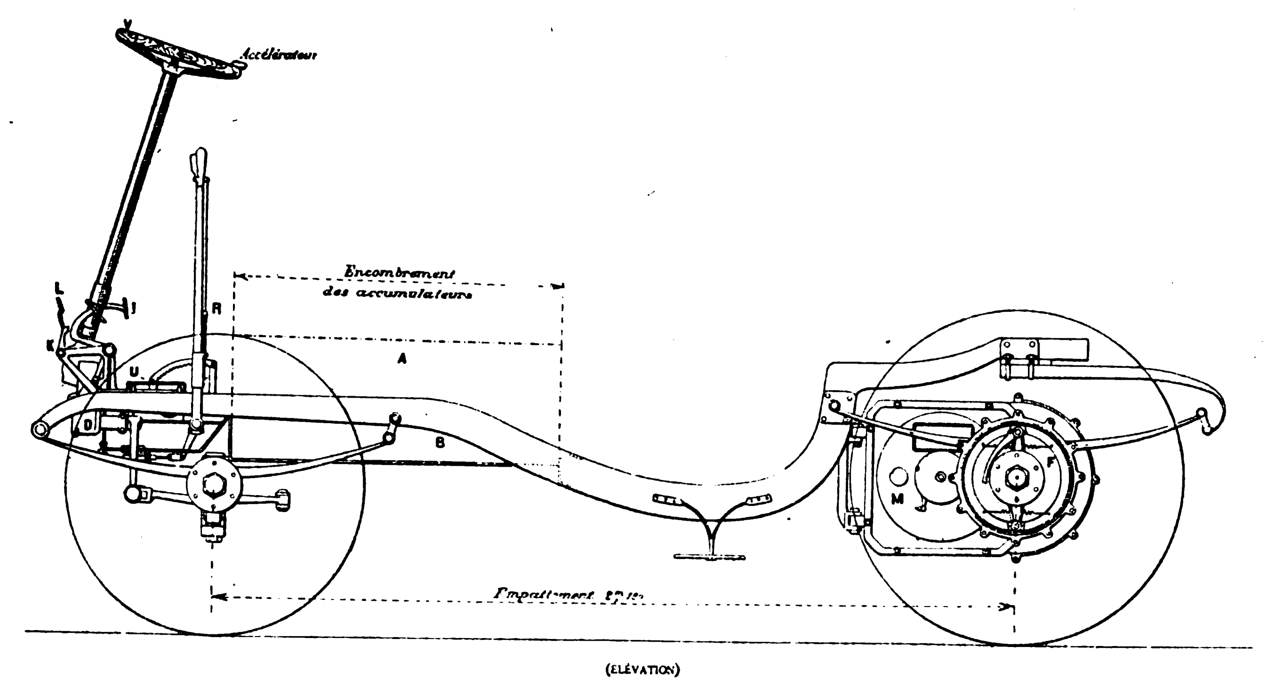
Le fonctionnement se fait donc de la façon suivante :

1° On place la fiche de sécurité ;

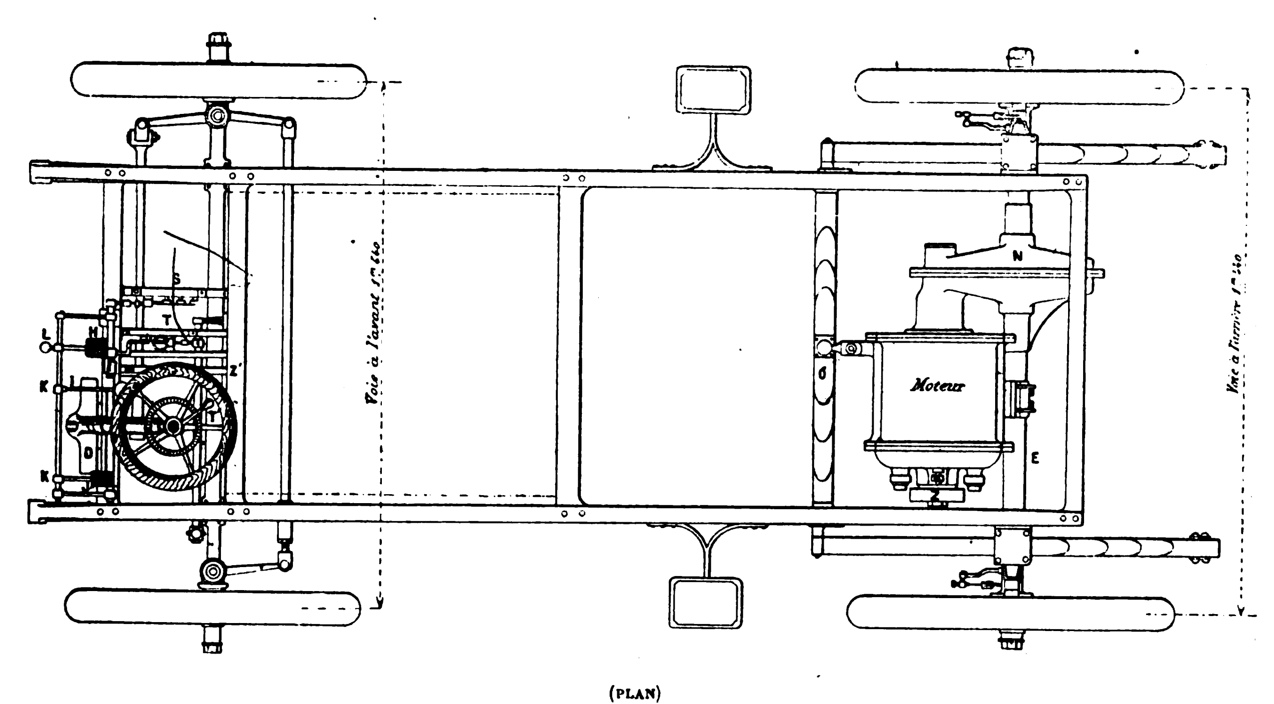
2° On démarre en appuyant lentement sur la pédale de

marche avant et par ce moyen, on ferme le circuit shunt du moteur sur la batterie et le circuit principal sur la résistance de démarrage.

3° En enfonçant la pédale de mise en marche de plus en plus profondément, on supprime peu à peu ces résistances jusqu'à ce que, la pédale étant à fond, le moteur



(ÉLÉVATION)



(PLAN)

Fig. 2 et 3. — Châssis des voitures Védrine.

A, accumulateurs. — B, châssis métallique. — D, direction. — E, essieu arrière. — F, freins sur roues arrière. — H, pédale de démarrage. — I, pédale d'inversion. — J, pédale de frein au moteur. — K, cames de décliquetage. — L, pédale cliquet d'arrêt. — M, moteur. — N, différentiel. — O, ressort de suspension du moteur. — R, levier de frein à main. — S, démarreur. — T, accélérateur. — T', commande de l'accélérateur. — U, inverseur. — V, volant de direction. — Z, frein sur le moteur. — Z', interrupteur pour machine arrière.

soit directement branché sur la batterie. Le moteur est alors à la plus faible vitesse, l'excitation shunt est à son maximum et la voiture fait une vitesse en terrain plat de 7 à 8 km à l'heure.

4° On augmente la vitesse de la voiture en manœuvrant le rhéostat d'excitation qui a pour but de diminuer progressivement l'intensité du courant traversant l'excitation shunt du moteur jusqu'à la supprimer complètement à la

plus grande vitesse de la voiture qui est généralement de 25 à 30 km à l'heure.

On constate donc que quelle que soit la vitesse donnée à la voiture, depuis la suppression de la résistance de démarrage jusqu'à la suppression complète du courant d'excitation shunt, le moteur travaille toujours sous la même tension et dans des conditions de rendement à peu près les mêmes.

III. *Freinage électrique et récupération.* — Lorsque le moteur est à sa plus grande vitesse, c'est-à-dire lorsque le champ shunt est nul, on voit aisément que, dès que l'on rétablira le courant d'excitation shunt supprimé, on augmentera la force contre-électromotrice du moteur; et celle-ci devenant supérieure à la f. c. é. m. de la batterie, il y

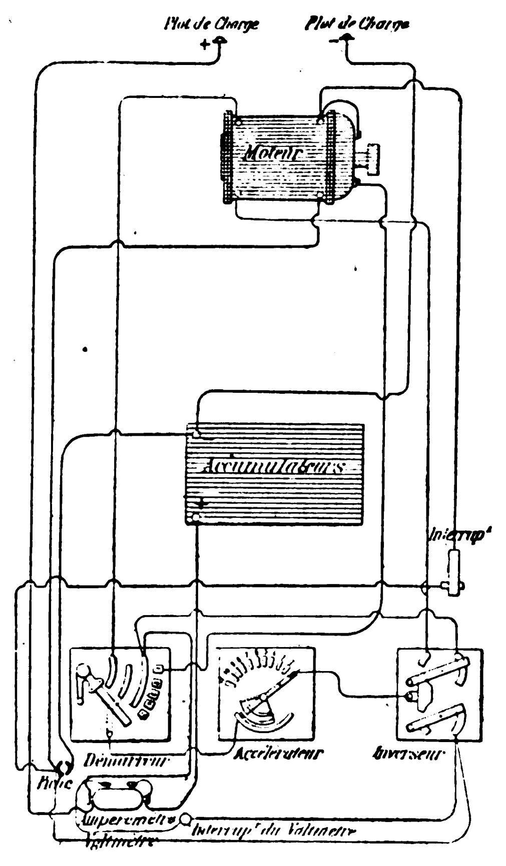


Fig. 4. — Schéma des couplages électriques.

aura recharge de cette dernière et freinage de la voiture qui prendra alors la vitesse correspondante au nouveau régime du moteur.

Il ne faut pas croire que le fait que le moteur possède un enroulement série important soit un obstacle à cette récupération. En effet, au moment où l'on introduit le champ shunt, par suite de l'augmentation de la f. c. é. m. du moteur l'intensité du courant diminue dans l'enroulement série, jusqu'à devenir nulle et, par conséquent, à ce moment, l'enroulement série est sans aucun effet. Si la f. c. é. m. croît tellement que le moteur agisse en génératrice, le champ traversant l'induit est celui produit par la différence des ampères-tours shunt et série qui sont opposés les uns aux autres, et l'enroulement série agit comme modérateur du freinage, et, si brusque que soit l'augmentation du champ, le courant de récupération ne pouvant jamais atteindre une valeur élevée, le freinage est toujours moelleux.

L'expérience faite d'une voiture munie d'un moteur uniquement shunt montre qu'une pareille voiture obéit très fidèlement à toutes les variations du champ magnétique, mais avec une brutalité qui rend la conduite de la machine très délicate et qui fait souffrir la batterie d'accumulateurs des à-coups d'intensité qu'on ne peut guère éviter aux démarrages et aux freinages. L'enroulement série dans les moteurs, loin d'être néfaste, a donc pour effet de tempérer, tant aux démarrages qu'aux freinages, les variations brusques du champ shunt.

Il est à remarquer que la récupération s'opérant depuis la plus faible vitesse 8 km à l'heure jusqu'à la plus grande 25 km à l'heure, le bénéfice dû à cette récupération est loin d'être négligeable.

La force vive emmagasinée par une voiture de masse M à la vitesse de 25 km à l'heure est proportionnelle à $M \cdot 25^2$ et à la vitesse de 8 km à $M \cdot 8^2$. La part proportionnelle récupérée est donc, le rendement du moteur étant de 0,85 :

$$\frac{25^2 - 8^2}{25^2} \cdot 0{,}85 = 0{,}64$$

Ce qui signifie que dans un freinage de la voiture pour l'amener à l'arrêt complet, on récupère en énergie électrique 64 % de celle qui a été dépensée pour la faire démarrer. Dans un demi-freinage le rendement est évidemment supérieur. Il est donc aisé de voir que dans une ville, alors que la voiture ne prend presque jamais une vitesse de régime sur plus de 50 ou 100 m, le total de toutes les récupérations ainsi faites représente un parcours supplémentaire important.

IV. *Marche arrière.* — Il est d'usage dans les voitures électriques de faire la marche arrière en inversant le courant des accumulateurs dans le moteur, s'il est simplement excité en dérivation ou en inversant également l'enroulement série, si le moteur est compound. Dans la voiture Védrine, on s'est efforcé d'éviter les contacts multiples qu'entraîne un inverseur placé dans le circuit principal, et pour cette raison la marche arrière s'opère simplement par mise en court-circuit de l'enroulement shunt, mais la marche arrière ne se faisant que pour des manœuvres de la voiture, et toujours à très faibles vitesses, les objections que nous avons faites plus haut sont ici sans aucune importance.

V. *Dispositifs spéciaux.* — Bien que nous ne voulions pas insister sur les dispositions mécaniques d'ailleurs très simples que nécessite la commande des appareils électriques par les pédales, nous devons faire remarquer



comment on s'est protégé contre les accidents qui pourraient provenir de fausses manœuvres.

1° Il est indispensable, par exemple, que le démarrage de la voiture ne puisse se faire que lorsque le champ magnétique du moteur a sa valeur maxima, de façon à avoir le plus grand couple possible et à éviter les pointes trop grandes de courant sur la batterie. Lorsque, par exemple, la voiture, étant en grande vitesse, est arrêtée brusquement par la mise en action du frein de bloquage qui coupe le courant de la batterie, il est impossible d'enfoncer la pédale de démarrage pour partir à nouveau sans avoir préalablement ramené l'accélérateur au zéro, c'est-à-dire le champ magnétique à son maximum.

2° Lorsque la pédale de mise en marche avant est à fond de course, et que l'excitation shunt est supprimée, ce qui correspond à la vitesse maxima de la voiture, il faut parer à ce qui se produirait si par erreur le conducteur appuyait sur la pédale de mise en marche arrière, ce qui aurait pour effet de mettre en court-circuit l'excitation série, la seule du moteur à ce moment, et de laisser l'induit en court-circuit sur la batterie.

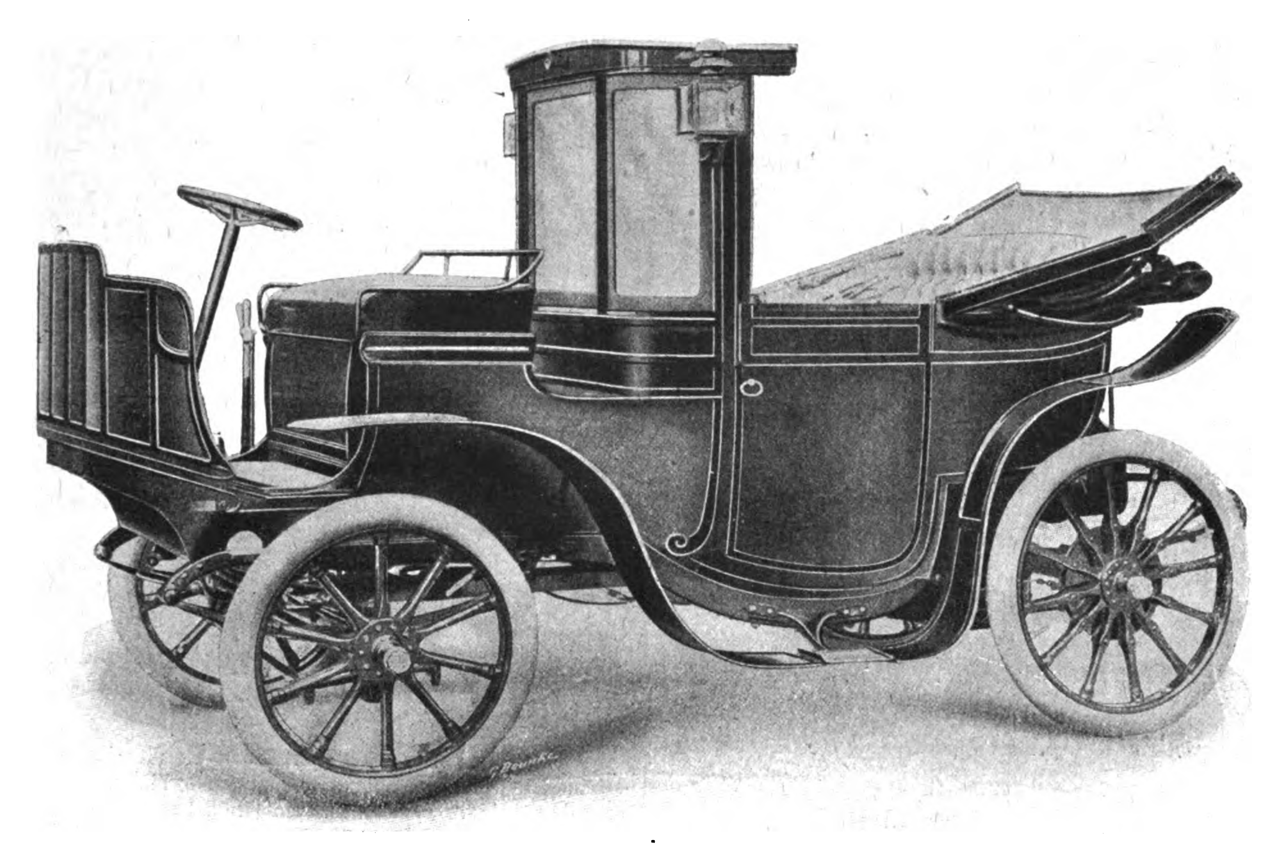


Fig. 5. — Landaulet électrique Védrine.

A cet effet, la première fonction de la pédale de marche arrière, quand on l'enfonce, est de débrayer celle de marche avant, et de couper par conséquent le courant sur le moteur; de telle sorte que, lorsque l'enroulement série est mis en court-circuit, il n'y a plus aucun danger à le faire. En outre, pour pouvoir enfoncer plus loin la pédale de marche arrière, il faut ramener la manette de l'accélérateur à zéro, c'est-à-dire avoir rétabli l'excitation shunt du moteur à son maximum.

VI. *Résumé*. — Il ressort immédiatement de la description que nous venons de faire que la voiture Védrine repose toute entière sur un type de moteur spécial pouvant varier de vitesse dans une mesure très importante par simple variation du champ magnétique inducteur.

Dans un prochain article spécialement consacré à ce moteur, nous étudierons le principe sur lequel il repose et la façon dont il est réalisé. PAUL BARY.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 2 janvier 1906.

Recherches sur le champ électrique terrestre, exécutées à l'occasion de l'éclipse totale du 30 août 1905. — Note de M. CHARLES NORDMANN, présentée par M. Lœwy. (Voy. les *Comptes rendus*).

Séance du 8 janvier 1906.

Sur une méthode permettant de déterminer la constante d'un électrodynamomètre absolu à l'aide

d'un phénomène d'induction. — Note de M. G. LIPPMANN. — On a toujours déterminé la constante d'un électrodynamomètre absolu par le calcul. Ce calcul est très long. En outre, la précision du calcul implique l'emploi de bobines solides, de grandes dimensions, et à une seule couche de fil; la sensibilité de l'appareil exige l'emploi de bobines mobiles légères, et à plusieurs couches de fil; il y a donc incompatibilité entre ces conditions diverses, et c'est là ce qui rend difficile la construction d'un bon électrodynamomètre absolu.

Méthode. — Supposons qu'il s'agisse d'un électrodynamomètre-balance, composé d'un système de bobines mobiles en présence de bobines fixes. On veut connaître la constante de l'appareil, c'est-à-dire la force due au passage d'un courant égal à l'unité. On sait que cette constante est égale à $\frac{dP}{dx}$, P étant le potentiel du système fixe sur le système mobile, et x étant le déplacement de ce dernier.

Pour déterminer la constante, il suffit de connaître la valeur de P pour une valeur quelconque de x. A cet effet, supposons que l'on ait construit un appareil à induction voltaïque dont la constante L soit bien connue : L est le potentiel réciproque des deux bobines de l'appareil à induction. On mesure exactement le rapport de P à L, et par conséquent l'on connaît P. On détermine ainsi la valeur P_0 que prend P quand l'électrodynamomètre est au zéro; puis la valeur P_h correspondante qui a lieu quand le système mobile a été déplacé de h cm.

Le quotient $\frac{P_0 - P_h}{h}$ est égal à $\frac{dP}{dx}$, c'est-à-dire à la constante de l'électrodynamomètre-balance.

Au lieu d'un électrodynamomètre-balance où l'équilibre est établi par une force, on peut vouloir graduer un électrodynamomètre à bobine inclinante, où l'équilibre est établi par le moment d'une force [1]. Il faut alors mesurer la valeur P_0 que prend P quand l'appareil est au zéro, puis la valeur P_α qui a lieu quand la bobine mobile est maintenue déviée d'un angle α. Le quotient $\frac{P_0 - P_\alpha}{\alpha}$ est égal à $\frac{dP}{d\alpha}$, c'est-à-dire à la constante de l'électrodynamomètre, ou au moment développé par l'unité de courant.

Il reste à indiquer comment on peut mesurer le rapport $\frac{P}{L}$ et, d'autre part, comment on peut connaître exactement la valeur de L.

Mesure du rapport $\frac{P}{L}$. — La mesure de ce rapport peut se faire avec une très grande précision par une méthode de zéro qui est la suivante. Un courant de pile est envoyé dans la bobine inductrice de l'appareil à induction et interrompu n fois par seconde. Si l'on fait passer les courants induits de rupture à travers un circuit de résistance R, la quantité totale d'électricité induite par seconde est $\frac{nLI}{R}$, I étant l'intensité maxima du courant inducteur. Faisons passer en même temps le courant inducteur à travers les bobines fixes de l'électrodynamomètre et fermons la bobine mobile, qui fonctionne comme bobine induite, sur une résistance R'; la quantité d'électricité induite est $\frac{nP}{R'}$. Les deux circuits induits comprennent les deux bobines d'un galvanomètre différentiel; on dispose de R et de R' de manière que le galvanomètre reste au zéro.

La condition d'équilibre est

$$\frac{nLI}{R} = \frac{nPI}{R'}.$$

Les valeurs de n et de I sont les mêmes de part et d'autre; ces grandeurs disparaissent donc de l'équation; on n'a pas à s'en occuper et l'équation d'équilibre se réduit à :

$$P = L \cdot \frac{R'}{R}.$$

Le rapport des résistances $\frac{R}{R'}$ est donc seul à mesurer; il est donné avec une grande approximation par un pont de Wheatstone.

Détermination de la constante L. — La constante L est le potentiel réciproque de deux bobines fixes, inductrice et induite.

Ces appareils étant fixes, on peut leur donner de grandes dimensions, qui se prêtent à une détermination exacte de L. C'est là précisément l'avantage de la méthode que j'ai l'honneur de proposer. On peut de plus leur donner une forme qui rende le calcul de L singulièrement simple.

Tel est le dispositif imaginé par M. A. Guillet [1] :
L'inducteur est une bobine de longueur l; l'induit se compose de n bobines coaxiales avec l'inducteur, et dont chacune est distante de la précédente d'une longueur l. Ce système équivaut à une seule bobine induite actionnée par un inducteur de longueur nl. On prend nl assez grand pour que le calcul de L se fasse très aisément.

Cas d'un électrodynamomètre symétrique. — La méthode indiquée plus haut est applicable à un électrodynamomètre quelconque. Lorsqu'on a le soin, comme on le fait d'ordinaire, de donner à l'instrument une forme symétrique, l'application de la méthode est simplifiée. En raison de la symétrie, P_0 est nul. Il suffit donc de mesurer P_h, et de diviser par h, pour obtenir la constante cherchée.

P_h croissant avec h à partir de zéro, on peut profiter de cette circonstance pour opérer comme il suit : faire croître graduellement P_h, en augmentant h, jusqu'à ce que $P_h = L$; pour constater cette égalité, mettre les deux induits à comparer dans le circuit d'un galvanomètre ordinaire, et disposer de h pour que le galvanomètre reste au zéro.

L'électrodynamomètre à bobine inclinante est symétrique. On a encore $P_0 = 0$. Il suffit donc d'incliner graduellement la bobine jusqu'à ce que le galvanomètre reste au zéro, et à mesurer l'angle α.

---

[1] J'ai proposé l'emploi de ces appareils en 1882. *Comptes rendus*, t. XCX. p. 1348.

[1] *Thèse de physique*, Paris, 1899. *Journal de physique*, 1899.

En résumé, pour déterminer la constante d'un électrodynamomètre symétrique, l'expérience de mesure consiste à constater l'équilibre d'un galvanomètre, puis à mesurer soit un angle, soit une longueur.

Sur les variations avec la température des spectres d'émission de quelques lampes électriques. — Note de M. P. Vaillant, présentée par M. J. Violle. — A. *Lampe Cooper-Hewitt.* — Une lampe de 110 v absorbe, en régime normal, abstraction faite du rhéostat de réglage, une puissance de 200 w. Cette puissance peut être progressivement abaissée à 99 w avant que la lampe s'éteigne. Pour chaque valeur de la puissance, lorsque le régime permanent des intensités lumineuses est établi, la température de la vapeur peut être considérée comme constante. La lampe permet donc de comparer commodément, à diverses températures, les intensités des diverses radiations simples de la vapeur de mercure.

Les résultats que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie sont relatifs aux radiations

(577 — 9), 546, 492 milli-microns,

Les radiations $615^{m\mu}$ et $438^{m\mu}$ étaient, la première trop faible, la seconde trop intense par rapport à la source de comparaison (lampe de 110 v à filament de carbone) pour se prêter à des mesures photométriques précises.

Puissance consommée dans la lampe (en watts).	Intensités lumineuses (on a pris pour unités les intensités en régime normal).		
	$577 - 9^{m\mu}$.	$546^{m\mu}$.	$492^{m\mu}$.
200	1	1	1
175	0,855	0,863	0,871
157	0,759	0,766	0,776
142	0,645	0,660	0,679
128	0,549	0,583	0,608
118	0,456	0,545	0,578
108	0,392	0,455	0,515
99	0,341	0,398	0,449

Les écarts observés dépassent les limites d'erreur photométrique. On doit en conclure que l'énergie fournie à la lampe, dont une partie se transforme en énergie lumineuse, se répartit intégralement suivant la température, l'intensité lumineuse croissant d'autant plus rapidement avec la puissance fournie que la longueur d'onde est plus grande.

On sait que, dans le spectre d'émission d'un solide, l'intensité croît d'autant plus vite avec la température que la longueur d'onde est plus courte. Il semble que la vapeur de mercure se comporte de façon opposée. En fait, la masse de mercure vaporisée diminue avec le nombre de watts appliqués à la lampe, et il peut se faire que la vapeur soit d'autant plus chaude que ce nombre de watts est plus faible, ce qui expliquerait l'anomalie observée.

Le courant fourni aux lampes était emprunté à une batterie de 60 accumulateurs. Un rhéostat de réglage, en

		LAMPE AU CARBONE DE 16 BOUGIES				LAMPE AU TANTALE DE 25 BOUGIES				LAMPE NERNST DE 30 BOUGIES			
Volts		120	100	90	82	120	100	90	82	120	100	92	90
Ampères		0,59	0,48	0,43	0,38	0,35	0,30	0,28	0,26	0,34	0,22	0,17	La lampe s'éteint.
λ en millimicrons.	459	1,82	0,49	0,26	0,12	1,46	0,61	0,35	0,20	2,47	0,52	0,10	
	488	1,76	0,53	0,28	0,15	1,39	0,62	0,35	0,20	2,55	0,52	0,12	
	523	1,73	0,54	0,29	0,15	1,35	0,62	0,37	0,21	2,24	0,54	0,17	
	570	1,75	0,56	0,32	0,16	1,51	0,65	0,38	0,22	2,04	0,57	0,18	
	638	1,71	0,57	0,33	0,17	1,31	0,68	0,41	0,26	2,01	0,38	0,19	
	760	1,60	0,59	0,37	0,20	1,22	0,72	0,47	0,30	1,82	0,42	0,23	
Intensités moyennes		1,72	0,55	0,31	0,16	1,34	0,64	0,39	0,25	2,16	0,36	0,17	

série avec la lampe de comparaison, permettait de maintenir à 110 v la différence de potentiel entre les bornes de celle-ci.

B. *Lampe à filament de carbone, lampe au tantale et lampe Nernst.* — Je me permets de joindre aux résultats qui précèdent quelques chiffres obtenus sur 3 lampes de 110 v, de constitution différente et auxquelles on a appliqué des différences de potentiel variant de 120 à 82 v. Ces chiffres mettent en évidence les variations de composition et d'intensité de la lumière avec le nombre de watts. On a pris pour unités les intensités en régime normal. (Voy. le tableau ci-dessus.)

Enfin, si l'on compare les trois lampes en régime normal, en égalant leurs intensités moyennes, on a :

λ en millimicrons		459	488	523	570	638	760
Intensités.	Carbone	1	1	1	1	1	1
	Tantale	1,28	1,17	1,05	0,94	0,78	0,62
	Nernst	0,92	1,07	1,04	1,05	1,02	0,91

Préparation électrolytique de l'étain spongieux. — Note de M. D. Tommasi, présentée par M. H. Moissan. — L'électrolyseur à l'aide duquel on prépare l'étain spongieux se compose d'une cuve rectangulaire contenant la solution suivante : eau, 50 parties; chlorure stanneux, 10 parties; acide chlorhydrique, 1 partie.

Dans ce bain plongent deux anodes en étain; au milieu de ces anodes est disposée la cathode, laquelle est constituée par un disque en cuivre fixé par son centre à un arbre en bronze pouvant être animé d'un mouvement de rotation.

Un segment seulement du disque plonge dans le bain, de telle sorte que chaque section de la zone plongeante du disque se trouve alternativement dans l'air et dans le liquide qui sert d'électrolyte.

La partie du disque qui émerge du liquide de la cuve passe, par suite de son mouvement de rotation, entre deux frotteurs en forme de racloirs mobiles, lesquels ont pour but, non seulement d'enlever le dépôt d'étain spongieux au fur et à mesure de sa production, mais encore de dépolariser la surface du disque.

Ces racloirs sont formés par deux lames en laiton disposées de telle façon que, par un simple jeu de manivelle, elles puissent se rapprocher ou s'éloigner des faces du disque.

Des rigoles convenablement disposées rassemblent et reçoivent l'étain détaché et l'amènent dans un récipient où il est recueilli. L'étain est égoutté et puis lavé. Le liquide qui s'écoule est évaporé jusqu'à ce qu'il ait atteint sa densité primitive et, après refroidissement, il est introduit dans l'électrolyseur.

Parmi les nombreuses expériences que nous avons faites avec un petit électrolyseur dont le disque avait 30 cm de diamètre, nous citerons la suivante qui peut être considérée comme une bonne moyenne et qui va nous fournir la quantité d'étain libérée par ampère-heure pour une puissance donnée : Intensité : 40 ampères; force électromotrice : 3 volts; puissance : 120 watts; durée de l'expérience : 1 heure.

		En grammes.
Poids de l'étain fondu	trouvé	76
	calculé	88
Étain déposé par cheval-heure	trouvé (*a*)	380
	calculé (*b*)	440
Rendement *a* : *b*		86.36 pour 100

Avec un électrolyseur ayant un disque de 3 m de diamètre, on pourrait donc déposer 4400 g d'étain par cheval-heure, soit 105 kg par journée de 24 heures.

Sur la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au 1er janvier 1906. — Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart. — Aucune modification n'a été apportée, en 1905, à la marche du service magnétique établi depuis 1902 à l'Observatoire du Val-Joyeux; comme les années précédentes, les observations ont été faites par M. J. Itié, avec les mêmes appareils, et réduites d'après les mêmes méthodes.

Les valeurs des différents éléments au 1er janvier 1906 résultent de la moyenne des valeurs horaires relevées au magnétographe le 31 décembre 1905 et le 1er janvier 1906, rapportées à des mesures absolues faites le 30 décembre et le 2 janvier.

La variation séculaire est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1905.

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1906.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale	14° 53',73	— 3',96
Inclinaison	64° 48',8	— 2',3
Composante horizontale	0,19729	+ 0,00005
Composante verticale	0,41951	— 0,00064
Composante Nord	0,19066	+ 0,00011
Composante Ouest	0,05071	— 0,00021
Force totale	0,46359	— 0,00055

La station du Val-Joyeux est située à Villepreux (Seine-et-Oise), par 0°19'23" de longitude Ouest, et 48°49'16" de latitude.

M. A. Lefranc a déposé à l'Académie, le 15 juillet 1902, un pli cacheté. Sur la demande de l'auteur, ce pli a été ouvert à la séance du 23 octobre 1905 et renvoyé à l'examen de MM. Mascart et Cailletet.

M. Lefranc décrit, dans sa Note, un dispositif qui permet de faire fonctionner un gouvernail à distance au moyen d'une roue à contacts alternatifs, commandée par des ondes hertziennes.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 janvier 1906.

Sur l'entretien électrique du pendule. — M. Lippmann s'est proposé de construire une horloge électrique, sans perturbations. Le problème n'est pas celui de la transmission de l'heure ou de la synchronisation. Il s'agit de réaliser une horloge indépendante, automotrice, mais sans rouage mécanique.

Les irrégularités des horloges ordinaires sont dans le rouage qu'elles contiennent. M. Lippmann montre que la réaction de l'échappement sur le balancier produit des perturbations qui peuvent être notables : changement de phase et variation de la période. C'est pour cette raison qu'il convient de remplacer le rouage par un système d'entretien électrique.

Le pendule oscille librement, sans entraîner une ancre. A chaque passage par la verticale, il détermine, par l'intermédiaire d'un contact léger, le passage d'un courant instantané. Ce courant traverse une couple de bobines qui attirent un petit aimant fixé au pendule. Celui-ci reçoit donc une brève impulsion à chaque demi-oscillation, et chaque fois dans le sens de son mouvement. Chaque courant, en même temps qu'il agit sur le pendule, s'enregistre en faisant avancer d'un cran l'aiguille des secondes d'une minuterie. Les mouvements de la minuterie sont sans action sur le pendule. Dans un premier dispositif les courants instantanés, déclenchés par le pendule, sont les courants de charge et de décharge d'un condensateur mis périodiquement dans le circuit d'une pile. Dans un second dispositif, dû à M. A. Guillet, les courants moteurs sont les courants induits, direct et inverse, d'un petit transformateur dont le primaire est alternativement ouvert, et fermé par le pendule. M. Guillet a vérifié par la méthode des inscriptions que l'entretien électrique n'agit ni sur la période, ni sur la phase de l'oscillation. M. Claude a fait la même constatation sur trois horloges du même type mis en expérience à l'Observatoire du Bureau des longitudes.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 6 janvier 1906.

Après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Guillaume sur **Les étalons mercuriels de résistance électrique.**



Les causes qui peuvent faire varier un étalon mercuriel sont, d'après M. Guillaume : 1° Les variations de forme de l'enveloppe ; 2° la variation de la résistivité du mercure ; 3° l'influence de la température et de la pression.

La première des causes est bien connue, c'est celle du déplacement du zéro dans les thermomètres. On sait en effet que le verre tend à se contracter avec le temps, ce qui correspond à un accroissement de la résistance de l'étalon au mercure. La loi de cette variation a été étudiée depuis longtemps ; le Bureau international des poids et mesures possède en particulier une collection de thermomètres dont on a étudié la marche d'une façon méthodique pendant près de 20 années. Sur ces appareils en verre on a relevé une variation de 0,05 degré, ce qui entraînerait pour un étalon mercuriel une variation de 25.10^{-7} ; pour le cristal, la variation est environ 6 fois plus considérable. Comme on le voit ces altérations sont en somme assez petites.

Tout autre est la deuxième cause. On a remarqué de bonne heure que les impuretés font beaucoup varier la résistivité du mercure ; c'est ainsi qu'avec un dix-millième de cuivre on a des variations de l'ordre du millième. On peut supposer que les étalons secondaires ont été en contact avec du cuivre, ce qui expliquerait la variation constatée par M. Janet sur ses résistances.

Pour six étalons en service au Bureau international on a retrouvé sensiblement les mêmes valeurs en prenant quelques soins pour les utiliser ; notamment pour faire arriver le courant, on se sert de coupelles en mercure que l'on plonge dans l'étalon et qui sont elles-mêmes en relation par du platine avec des godets extérieurs.

Enfin dans la dernière cause de variation, seule l'influence de la température mérite d'être retenue. M. Guillaume a étudié avec beaucoup de soin et depuis de longues années la loi de la variation de la résistance d'un étalon mercuriel avec la température, et il est arrivé à la formule suivante donnant la résistance à une température θ comprise en 0 et 100°.

$$R_\theta = R_0 \, (1 + 0{,}000\,8809\,\theta + 0{,}000\,000\,999\,\theta^2)$$

Cette formule s'est trouvée vérifiée depuis par bien des opérateurs, et bien qu'elle soit en désaccord avec une formule analogue donnée par Mathiesen, il y a longtemps, il y a tout lieu de croire qu'elle est exacte, étant donnés le soin et l'exactitude que M. Guillaume apporte dans tous ses travaux.

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de M. Langevin sur **Les recherches récentes sur la décharge disruptive, l'étincelle et l'arc électriques.**

Les idées actuelles sur la structure des charges électriques permettent de se représenter le mécanisme des décharges disruptives. A la température ordinaire, les centres électrisés sont constitués par des atomes chargés ; à des températures plus élevées les centres électrisés paraissent se dissocier ou se simplifier : une dissymétrie se manifeste alors entre les centres positifs et les centres négatifs, ces derniers les plus mobiles sont plus facilement entraînés. Cette conception d'une dissociation est un phénomène fondamental qui semble se produire spontanément dans les milieux métalliques, ce qui expliquerait la conductibilité. L'énergie nécessaire pour séparer deux centres électrisés varie en sens inverse du pouvoir inducteur spécifique, c'est ce qui explique la facilité avec laquelle on obtient certains phénomènes. La décharge disruptive dans un milieu isolant, un gaz par exemple, se fait par suite de la présence dans ce gaz de centres électrisés en mouvement ; des mesures faites sur l'aigrette montrent que les gaz au voisinage de la pointe sont dans le même état que ceux qui sont soumis aux rayons X ou à ceux du radium.

M. Langevin montre ensuite comment la dissociation des molécules ou atomes du gaz en corpuscules positifs et négatifs, sous l'influence du choc d'un centre électrisé positif ou négatif se mouvant avec grande vitesse, constitue la décharge disruptive. Cette propriété d'ionisation des gaz par les chocs résulte des propriétés des matières radioactives. On sait, en effet, que les rayons émis par ces matières rendent les gaz conducteurs ; il en résulte que ces rayons doivent être constitués par des centres électrisés en mouvement.

Dans les phénomènes de décharges disruptives, on sait que les gaz se laissent traverser par la décharge, on étudiera donc :

1° Les potentiels explosifs ; 2° l'action de l'étincelle ; 3° l'arc électrique.

1° *Potentiels explosifs.* — Au point de vue expérimental la différence de potentiel explosive dépend uniquement de la masse de gaz ou du nombre de molécules de gaz interposées entre les deux électrodes. M. Langevin fait ensuite un exposé très intéressant des travaux de M. Townsend, qui justifient complètement l'hypothèse de l'ionisation par les chocs.

La suite de cette étude est renvoyée à une séance ultérieure. De nombreux applaudissements témoignent l'intérêt que la Société prend à l'exposé de ces théories nouvelles.

La séance est levée à 10h 50m. A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Elektrische und Magnetische Messungen und Messinstrumente (Mesures et Instruments de mesures électriques et magnétiques), par Hallo et Land. — *Julius Springer*, éditeur, Berlin, 1906. — Format : 21 × 14 cm ; 517 pages.

Cet ouvrage, édité avec tout le soin et le luxe que mettent aujourd'hui les Allemands à leurs publications scientifiques, porte l'empreinte d'un curieux cosmopoli-

tisme qui le fait peut-être participer de la science des trois pays auxquels il emprunte quelque chose. Traduction libre, en effet, et développement d'un livre hollandais, de titre analogue, dû à M. van Swaay, professeur à l'École supérieure technique de Delft, il est le produit de la collaboration d'un M. Hallo, ingénieur à Édimbourg, et d'un M. Lang, préparateur à l'Institut électrotechnique de Karlsruhe. Il n'en est que plus intéressant, s'il reflète l'esprit scientifique des trois nationalités ci-dessus présumées; mais nous ne voyons pas bien comment les Allemands, si travailleurs et bien dotés par eux-mêmes en éléments de travaux de ce genre, ont eu besoin d'aller puiser ailleurs des enseignements qu'ils devaient trouver largement chez eux. Nous avons, quant à nous, des travaux de valeur équivalents, et la lecture ou l'analyse approfondie de ce volume ne paraît pas devoir, jusqu'à nouvel ordre, nous apprendre grand' chose de nouveau.

E. Boistel.

Les Moteurs électriques à courant continu, par H. Leblond; 5e édition. — *Berger-Levrault et Cie*, éditeurs, Paris et Nancy, 1905-1906. — 2 volumes, format 22 × 14 cm; 350 et 544 pages respectivement. — Prix respectifs : 4 et 8 fr.

Il est loin le temps où, annonçant pour la première fois cet ouvrage alors en un seul volume, nous préludions à son succès en disant qu'il n'avait que faire de nos éloges. Il parlait en effet de lui-même et, en le couronnant, l'Académie des Sciences a dès longtemps déjà hautement consacré sa valeur. Depuis, grâce à l'infatigable activité de son auteur, au développement de la Science et à l'importance sans cesse croissante prise par le rôle de l'électricité dans la distribution de l'énergie sous toutes ses formes dans la vie pratique, domestique et industrielle, cet ouvrage, quasi-embryonnaire alors, a presque doublé d'importance et s'est scindé en deux volumes que justifie largement l'abondance des matières. Ces grandes usines, à si multiples applications électriques, que sont devenus les navires de guerre actuels suffisent en effet à défrayer tout le second volume, de beaucoup le plus important des deux. Sans doute l'unique volume initial s'est soulagé d'autant, grâce à quoi, confiné à leur Fonctionnement et à leur Manœuvre, il est devenu réellement un livre de chevet sur les électromoteurs à courant continu; mais l'ensemble y a gagné et l'étude attentive du second volume, en intéressant vraiment le lecteur, ne peut manquer de susciter, par la variété même des travaux auxquels permet de faire face le moteur électrique, de nombreuses applications nouvelles et imprévues d'un engin aussi souple.

La correction C.G.S. de cette œuvre n'en est pas une des moindres qualités; elle est d'autant plus digne de remarque qu'elle remonte à une date déjà ancienne où cette correction avait encore moins cours qu'aujourd'hui; elle est tout à l'éloge de la netteté de vues de l'auteur, netteté et précision qui s'imposent d'elles-mêmes, comme nous avons eu déjà l'occasion de le faire remarquer, à quiconque a mission d'enseigner et tient à comprendre tout d'abord lui-même ce qu'il veut sincèrement apprendre aux autres, sans se borner à l'accomplissement d'une corvée ennuyeuse et décevante pour tous. Sans doute on peut regretter que la tendance, actuellement générale, à l'uniformisation des notations et symboles, ne se soit pas imposée plus tôt et que, lié par ceux adoptés dans ses nombreuses autres publications en électricité qui se rééditent un peu à bâtons rompus selon les caprices de la vente, l'auteur n'ait pas pu les conformer encore, non pas au goût, mais à la raison du jour; mais nous lui rendrons du moins la justice de la conséquence avec lui-même et de l'harmonie de son système. C'est le commencement de la perfection.

E. Boistel.

Traité complet de l'Expertise judiciaire, par L. Maillard. — *Marchal et Billard*, éditeurs, Paris, 1905. — Format : 25 × 16 cm; 620 pages. — Prix : 10 fr.

Puisque nous en sommes aux rééditions, nous ne saurions manquer de signaler à qui de droit cette seconde édition d'un ouvrage qui, s'il n'a rien de particulièrement électrique, est d'une application et d'un usage assez généraux pour avoir fait sensation lors de sa première apparition. Chacun prêche d'ailleurs toujours un peu pour son saint, et nous ne saurions, en l'espèce, dissimuler la satisfaction avec laquelle nous avons vu s'enlever l'édition princeps d'un guide aussi pratique pour tous dans les délicates fonctions des arbitres et des experts. Ce succès était bien dû à l'auteur modeste et consciencieux qui a mis ainsi à la disposition de tous les intéressés, magistrats, officiers ministériels et conseils, le fruit d'une longue expérience des choses et des hommes.

Ce qui est bien est bien et, dans ces conditions, n'a pas besoin d'être changé: aussi comprenons-nous que l'auteur n'ait procédé, dans cette nouvelle édition, que par un « Supplément », complété par sa table analytique spéciale, qui met au point certaines parties de la conception originale plus timide qu'elle n'aurait dû l'être. En grossissant l'ouvrage d'un quart, ce supplément n'en a pas d'ailleurs modifié l'esprit éminemment pratique, dont on trouve la quintessence dans les *formules* si appréciées des paresseux.

E. Boistel.

Lexicon der Elektrizität und Elektrotechnik (Lexique d'électricité et d'électrotechnique), publié sous la direction de Fritz Hoppe. — *Hartleben*, éditeur, Vienne et Leipzig, 1905. — Format : 27 × 17 cm.

En attendant le fameux « Technolexicon » qui, depuis de longues années déjà, s'élabore à Berlin avec le concours de tous les spécialistes du monde entier, lexique technique général dont nous n'avons pas encore vu le commencement, et dont personne ne verra jamais la fin, ce qui

nous console un peu de notre ancienne arrivée en ce monde et de notre prochain départ pour l'autre, en attendant donc ce « Technolexicon », en voici un autre, de plus modeste ambition et de plus simple prétention qui, s'il ne se présente pas sous une forme bien nouvelle, rendra cependant des services, à la condition toutefois de conserver, sous une ferme direction, une homogénéité généralement absente des œuvres de ce genre, produits de trop de collaborations.

Il doit comporter 20 livraisons de trois feuilles chacune, comme la première que nous avons sous les yeux et qui, dans ses A, contient entre autres articles importants les « Accumulateurs », l' « Aluminium », etc.

Nous lui souhaitons bienvenue et succès. E. BOISTEL.

La Registrazione dei Terremoti (L'ENREGISTREMENT DES MOUVEMENTS TELLURIQUES), par GIOVANNI AGAMENNONE. — « *L'Elettricista* », éditeur, Rome, 1906. — Format : 24×16 cm; 136 pages. — Prix : 3 lires.

Directeur de l'Observatoire royal géodynamique de Rocca di Papa, l'auteur vient de publier sous le titre ci-dessus un volume contenant surtout, faute de mieux dans nos connaissances météorologiques, la description des principaux appareils affectés à l'étude des mouvements telluriques. La curiosité excitée par ce genre d'instruments, entourés d'une espèce de mystère comme les phénomènes eux-mêmes auxquels ils s'appliquent, et le souvenir encore palpitant du récent désastre dont la Calabre a été le malheureux théâtre lui donnent un caractère d'actualité qui n'échappera à personne. La situation particulièrement favorable, ou plutôt défavorable, de l'Italie à ce point de vue a contribué à en faire le pays par excellence de la météorologie, où se sont notamment illustrés, sans parler de Galilée et de Torricelli, les Secchi, les Palmieri, etc. Divisé en deux parties comprenant : l'une, les Sismoscopes et les Sismomètres ; l'autre, les Sismographes, ce fascicule est des plus intéressants tant par les détails de construction qu'il donne de ces merveilleux appareils que par les enregistrements d'observations (dont quelques-unes très remarquables) qu'il reproduit. Il arrive, en tout cas, à point en ce moment où l'on cherche à créer, dit-on, à Paris un Comité d'études météorologiques.

A en juger par un N° 1 assez peu apparent sur un coin de la couverture et par l'annonce d'un prochain travail du même auteur sur « La photographie des couleurs », cette publication ne serait que la première d'une nouvelle série « Nouveautés scientifiques » constituant la Bibliothèque de « L'Elettricista ». Nous en attendons la suite, la librairie Hartleben s'étant fait, une des premières, une spécialité de ce genre de monographies aujourd'hui très à la mode et qui ne lui a pas mal réussi, si nous ne nous trompons. E. BOISTEL.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. JOSSE, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

355 745. — **Ricks.** — *Plaque électrode pour accumulateurs électriques avec dispositions pour l'élimination des gaz* (29 juin 1905).

355 689. — **Zani.** — *Interrupteur électrique* (28 juin 1905).

355 698. — **Weller.** — *Pilier de support pour conducteurs électriques* (28 juin 1905).

355 734. — **Société Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux parafoudres* (26 juin 1905).

355 751. — **Fleming.** — *Perfectionnements aux appareils de mesure électrique* (29 juin 1905).

355 756. — **Efrem et Silder.** — *Disjoncteur pour régulateur de lampes à arc* (30 juin 1905).

355 842. — **Fessenden.** — *Perfectionnements apportés à la transmission des signaux par les ondes électromagnétiques* (3 juillet 1905).

355 843. — **Fessenden.** — *Antenne pour la transmission et la réception de l'énergie des ondes électromagnétiques* (3 juillet 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société l'Éclairage électrique. — Le 22 novembre dernier s'est tenue l'assemblée générale annuelle de cette société.

Les résultats de l'exercice 1904-1905 ont été satisfaisants et dénotent une activité suivie dans les opérations de l'Eclairage électrique. En effet, le montant des factures faites au cours de l'exercice en question sont en augmentation de 152 074,08 fr sur celui de l'exercice précédent : il s'élève à 3 446 018,15 fr, C'est le chiffre le plus fort atteint jusqu'à ce jour par la société. Cependant, bien que les dépenses de toutes natures soient de 6535,45 fr inférieures à celles de l'exercice précédent, le bénéfice net de 304 224,54 fr est en légère diminution sur celui de l'exercice 1903-1904. Cette situation provient de la diminution des prix qui affaiblissent le bénéfice brut et de ce que les affaires importantes laissant un bénéfice convenable ne se traitent actuellement qu'avec des paiements à longue échéance ou des participations financières, les constructeurs devenant alors les propres banquiers de leurs clients.

Durant l'exercice 1904-1905 les relations commerciales de la Société se sont développées tant dans l'industrie privée que dans les divers services de la guerre et de la marine. Elle a fait d'assez importantes fournitures aux arsenaux, à la marine de guerre notamment pour les sous-marins et elle a développé les applications de l'électricité dans les mines.

Comme construction de matériel, elle a fourni aux stations centrales de Lille deux dynamos de 750 kw, de Limoges deux groupes convertisseurs de 1100 kw chacun ; de la Compagnie du Roannais quatre alternateurs de 370 kw chacun ; de la Société des Forces motrices du Rhône, des transformateurs suivant contrat spécial, etc.

La Société l'Eclairage Electrique a installé et mis en fonctionnement, à Paris, au secteur de la Rive Gauche, les quatre alternateurs de 660 kw dont elle avait obtenu la commande à la suite de l'essai précédent. Elle a, pour ce même secteur, pris commande de deux groupes convertisseurs de 110 kw chacun et d'un certain nombre de transformateurs. Elle a renouvelé, avec le secteur des Champs-Elysées, son contrat pour la fourniture exclusive des transformateurs et a obtenu commande de la Compagnie continentale Edison d'un groupe convertisseur de 550 kw en cours de montage maintenant à la station Drouot.

Les installations dont la Société avait été déclarée adjudicataire en Roumanie pour l'usine de créosotage de Ploesci et les chemins de fer roumains lui ont valu quelques commandes supplémentaires et l'administration espère de ce chef avoir une bonne suite d'affaires.

Ayant pris part à l'exposition de Liége en exposant avec la maison Delaunay-Belleville un groupe électrogène triphasé de 330 kw qui a servi à l'alimentation des réseaux de distribution d'énergie dans la section française, la Société a été représentée au jury des récompenses, étant hors concours pour cette exposition.

Le chiffre des exportations reste toujours pour ainsi dire limité, en raison des questions de crédits; malgré cela, la Société a trouvé de nouveaux clients en Russie et en Espagne. De plus des relations ont été créées en Allemagne, en Angleterre et au Mexique, relations dont le Conseil espère tirer de bons résultats.

La puissance totale des dynamos, alternateurs et transformateurs livrés par la Société au cours de l'exercice 1904-1905 représente environ 30000 kw, en augmentation de 5000 kw sur l'exercice précédent.

Il y a lieu de noter la location de l'immeuble 250, rue Lecourbe, location faite au prix de 20000 fr en attendant sa vente, l'emplacement étant favorable soit à l'installation de nouveaux ateliers, soit à la construction d'immeubles de rapport.

Du côté portefeuille, le Conseil, durant le dernier exercice, a réalisé un certain nombre d'actions de sociétés d'exploitation, entre autres la Société de Tiaret et la Société de Moissac.

Par contre l'Éclairage électrique a dû s'intéresser de nouveau dans la Société Jura-Doubs, mais par cela même se trouve assurée des nouvelles commandes pouvant provenir de cette société qui étend toujours son réseau.

Les travaux en cours au 30 juin 1905 correspondaient à un chiffre de 1036297,75 fr du carnet de commandes, la matière étant comptée à son prix d'achat ou au cours du 30 juin, mais en tout cas au prix le plus faible des deux.

Comme il est permis de se le rappeler, les affaires de la Société ont toujours été en augmentant depuis 1895, sauf en 1901 qui a marqué un ralentissement général. Depuis la marche ascensionnelle a été reprise et il y a lieu de croire qu'elle pourra continuer, d'autant plus, comme on le sait, que les concessions d'électricité à Paris venant prochainement à expiration et quelle que soit la forme qui sera donnée à l'exploitation de la distribution de l'énergie électrique, le prix du courant sera abaissé dans une très notable proportion. Des transformations profondes auront lieu dans les usines de production de l'énergie électrique et il y aura dans Paris un grand développement dans l'emploi de cette énergie sous forme d'électromoteurs. L'Eclairage électrique, ayant ses ateliers de construction dans Paris même, pourra être ainsi des mieux placés pour prendre une part active dans ces transformations ou développements, mais pour y arriver d'une façon efficace, il est nécessaire d'avoir des moyens de production et des approvisionnements correspondants, et c'est à cela que le Conseil a songé en informant les actionnaires qu'une réunion nouvelle aurait prochainement lieu dans le but de faire sans doute appel à des ressources nouvelles.

Voici maintenant comment se présente la situation financière :

BILAN AU 30 JUIN 1905

Actif.

Immeubles : rue de Crimée	150 000,00 fr.
— rue Lecourbe, 250	416 545,07
— rue Lecourbe, 364	1 243 795,52
Brevets	200 000,00
Mobilier	40 284,28
Outillage	1 029 188,04
Primes de remboursement sur obligations	78 221,00
Cautionnements	14 404,75
Portefeuille	223 473,35
Marchandises	1 501 740,74
Effets à recevoir	312 920,40
Débiteurs divers	1 016 755,36
En caisse et banquiers	62 764,70
Total	6 290 091,21 fr.

Passif.

Capital	4 000 000,00 fr.
Réserve statutaire	125 120,43
Réserve extraordinaire	317 369,44
Obligations amorties (réserve)	36 500,00
Obligations	771 500,00
Intérêts et dividendes	59 777,55
Coupons d'obligations	2 410,20
Créditeurs divers	655 427,08
Obligations sorties à rembourser	1 995,20
Loyer d'avance	5 250,00
Profits et pertes :	
Solde de l'exercice précédent	10 516,77
Solde de l'exercice 1904-1905	304 221,54
Total	6 290 091,21 fr.

En fin de séance les résolutions suivantes ont été adoptées :

Première résolution. — L'assemblée générale ordinaire des actionnaires, réunie le 22 novembre 1905, au siége social, 27, rue de Rome, après avoir pris connaissance du rapport et des comptes présentés par le Conseil d'administration ainsi que du rapport du commissaire, approuve les comptes de l'exercice 1904-1905, tels qu'ils lui sont présentés.

Deuxième résolution. — L'assemblée décide que la somme de 174224,54 fr formant le solde disponible du compte de profits et pertes augmenté du report à nouveau de l'exercice précédent 10516,77 fr sera répartie de la manière suivante :

5 pour 100 à la réserve légale sur 174224,54 fr	8 711,22 fr.
Intérêt de 4 pour 100 du capital actions	160 000,00
Report à nouveau	16 030,09

Le dividende sera payé à la Compagnie Algérienne, 11, rue des Capucines, à partir du 2 avril 1906, à raison de 20 fr brut par actions, soit net 19,20 fr pour les actions nominatives et 18,50 fr pour les actions au porteur, coupon n° 17.

Troisième résolution. — L'assemblée réélit MM. Marcilhacq, Bompard et Charlier, administrateurs pour trois ans.

Quatrième résolution. — L'assemblée nomme M. Nivoit commissaire des comptes pour l'exercice en cours et fixe à 1000 fr le montant de sa rémunération.

Cinquième résolution. — L'assemblée générale accorde aux administrateurs en tant que besoin sera, l'autorisation de passer avec la Société des marchés ou de traiter avec elle des affaires qui peuvent l'intéresser.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

36774. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 339. 10 Février 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION
É. HOSPITALIER
87, boulevard St-Michel. — Paris.
TÉLÉPHONE 812-89

ABONNEMENTS
Paris et Départements : 24 francs par an.
Union Postale : 26 francs par an.

ADMINISTRATION
9, rue de Fleurus, 9
Paris.
TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Distinction honorifique. — Nous relevons dans l'*Officiel* du 26 janvier la nomination au grade de chevalier dans l'ordre national de la Légion d'honneur de M. Parsons (Frédéric-Jennings), citoyen américain, Ingénieur en chef de la compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston; services rendus aux intérêts français.

Changements de titre. — Depuis le 1er janvier de cette année le journal *La Machine*, publié à Genève sous la direction de M. P. Rudhardt, et auquel nous avons souvent emprunté des échos a pris le titre de *Revue polytechnique*.

La *Zeitschrift für Elektrotechnik* de Vienne, l'organe de la Société électrotechnique de Vienne et du syndicat des usines d'électricité autrichiennes prend le titre de *Elektrotechnik und Maschinenbau*.

Au sujet des conditions sanitaires du chemin de fer souterrain de New-York. — Le Dr Soper a procédé à des essais dont il rend compte dans l'*Electrician*. Grâce à la bonne ventilation, la teneur de l'air en oxygène est normale. La température du tunnel était de 4° plus élevée que celle des rues, mais le degré d'humidité y était moindre. Pendant les journées du commencement d'août, qui étaient très chaudes, la température dans le tunnel était de 5° plus élevée qu'à l'extérieur, l'humidité avait aussi augmenté. D'après M. Soper cette élévation de température provient de l'énergie transformée en chaleur, de sorte qu'il conseille d'employer un mode de couplage dans lequel l'énergie ne soit pas transformée en chaleur, mais bien renvoyée à la centrale. D'après lui, on devrait diminuer la vitesse de marche et raccourcir les arrêts. L'analyse de l'air dans le tunnel a donné 4,58 parties d'acide carbonique pour 1000 parties d'air tandis que l'air des rues en contenait 3,45. L'analyse chimique des poussières a montré qu'elles contenaient 63 pour 100 de fer métallique qui provient évidemment de l'action des sabots de freins. Ces parcelles de métal avaient des dimensions variables depuis la visibilité jusqu'à 0,001 mm. L'air du tunnel contenait moins de microbes que celui de la rue et la moyenne de 2600 analyses a donné 750 dans le tunnel contre 1000 dans la rue, comme nombre de microbes se déposant par minute sur une surface de 1 pied carré.

Le développement des usines électriques de Berlin. — La *Zeitschrift für Elektrotechnik* donne les renseignements suivants sur le développement de l'énergie fournie par la Société des usines électriques de Berlin, depuis le 15 août 1885 date de leur fondation, la puissance installée alors étant de 150 kw, tandis qu'à la fin de 1905 elle était de 10 752 kw.

Notre confrère donne des courbes indiquant, année par année, la consommation relative aux divers services; nous

avons extrait de ces courbes le tableau suivant rendant compte de l'énergie distribuée :

ÉNERGIE DISTRIBUÉE (EN MILLIONS DE KW-H)

ANNÉES.	ÉCLAIRAGE.	ÉNERGIE MOTRICE.	SERVICE DES TRAMWAYS.	TOTAL.
1894-1895 . .	6,344	1,122	0	7,466
1895-1896 . .	7,580	2,269	0,257	9,906
1896-1897 . .	8,681	4,030	1,758	14,469
1897-1898 . .	9,944	5.847	2,443	18,234
1898-1899 . .	10,905	7,792	10,167	28,864
1899-1900 . .	12,502	17,343	30,169	50,014
1900-1901 . .	13,796	22,378	34,111	70,285
1901-1902 . .	15 082	23,317	41,232	79,628
1902-1903 . .	19,289	25,054	41,425	83,768
1903-1904 . .	22,642	30,643	45,466	98,501
1904-1905 . .	27,060	37,219	47,288	111,567

A partir de 1900, l'énergie consommée pour l'éclairage est dépassée par l'énergie motrice, dans laquelle il faut comprendre celle de 2068 appareils de chauffage, de cuisine, etc.

Tous les appareils desservis en octobre dernier, ainsi que ceux annoncés avaient une puissance de plus de 100 000 kw, l'équivalent de 2 millions de lampes normales. Le nombre des consommateurs était à cette époque de 14 701, celui des moteurs branchés de 15 403, ayant une puissance totale de 40 970 kw. Il y a 619 625 lampes à incandescence branchées et 26 612 lampes à arc, l'éclairage public de Berlin ne comportant actuellement que 651 lampes à arc.

Il est également intéressant de connaître la composition des appareils branchés sur le réseau d'énergie motrice, au 30 juin 1904, il comprenait 12 549 électromoteurs ayant une puissance totale de 28 000 kw, dont le détail est donné dans le tableau suivant :

Appareils.	Nombre d'appareils.	Puissance absorbée en chevaux.
1. Ventilateurs	1868	601
2. Presses	1730	5105
3. Travail des métaux	1775	7551
4. Ascenseurs	1698	9704
5. Travail du bois	1241	4751
6. Boucherie	678	2394
7. Machines à aiguiser et à polir	376	1390
8. Préparation du papier	369	1149
9. Pompes	232	906
10. Machines à coudre	229	201
11. Machines à découper les étoffes	194	140
12. Essoreuses et machines à laver	230	672
13. Machines à tricoter	96	274
14. Machines à travailler le cuir	111	417
15. Galvanoplastie	75	239
16. Commande de dynamos	76	809
17. Moulins à café et machines à griller	78	153
18. Machines à repasser les chapes	27	74
19. Divers	1446	3491

En 1905, il y a eu une augmentation de 1937 électromoteurs d'une puissance totale de 4300 kw. A la fin de juin de cette année, la longueur totale du réseau de câbles de la Compagnie des usines d'électricité était de 3736,4 km.

Statistiques électriques. — La valeur du matériel exporté par les États-Unis en 1905 dépasse 63 millions de francs. Les machines électriques et le matériel lourd y figurent pour plus de 35 millions. Les appareils généraux d'électricité pour 27 millions environ.

L'exportation des appareils et instruments de mesure a fait des progrès considérables, puisqu'en 1904 elle n'atteignait pas 20 millions, et qu'en 1905 elle dépasse 25 millions. Dans l'exportation des machines, les États-Unis ont aussi réalisé un progrès d'environ 3 millions de dollars. P.

Production du cuivre en 1904. — D'après un tableau graphique publié par le *Mining Magazine*, la production totale du cuivre a été en 1904 de 613 000 tonnes, et le tableau suivant tiré du graphique indique la consommation dans les divers pays, ainsi que leur exportation (marquée du signe +) et leur importation (marquée du signe —).

Désignation des pays.	Consommation en tonnes.	Exportation + Importation — en tonnes.
États-Unis d'Amérique	200 000	+ 135 000
Angleterre	120 000	— 119 500
Allemagne	100 000	— 79 000
France	50 000	— 42 500
Autriche-Hongrie	20 000	— 18 500
Russie	18 000	— 7 000
Italie	6 000	— 3 000
Japon	5 000	+ 30 000
Espagne	»	+ 47 000
Mexique	»	+ 50 000
Amérique du Sud	»	+ 40 000
Australie	»	+ 30 000
Canada	»	+ 20 000

Longueur totale des lignes de chemins de fer électriques. — L'*Elektrotechnik und Maschinenbau*, donne les renseignements suivants : la longueur totale actuelle des chemins de fer électriques est de 53 000 km, dont les deux tiers, soit 38 000 km sont installés dans l'Amérique du Nord ; ensuite viennent l'Angleterre et l'Allemagne avec chacune 3500 km.

L'exploitation a lieu en grande majorité avec du courant continu ; en Europe le courant triphasé est employé sur quelques lignes à voie normale, tandis qu'en Amérique on n'emploie que le courant alternatif simple.

Nouveaux conducteurs isolés. — L'*Elektrotechnische Zeitschrift* donne de nouveaux renseignements au sujet des fils conducteurs isolés à l'acétate dont nous avons déjà parlé. Comme on le sait l'isolement est constitué par une série d'enveloppes concentriques obtenues en plongeant le conducteur dans une solution de cellulose tétra-acétique. Cette enveloppe dont l'épaisseur est d'environ de 0,02 mm est très résistante et très élastique, de sorte qu'elle peut résister à des efforts mécaniques considérables. En outre elle n'est pas hygroscopique et peut résister à une température de 150°. Une épaisseur de 0,02 mm peut résister à une tension de 1500 v ; les fils de cuivre ont un diamètre de 0,07 à 1,10 mm.

Si on prend pour terme de comparaison le rapport de la section du cuivre en centièmes à la section d'un rectangle circonscrit au conducteur isolé, le tableau suivant permet de se rendre compte de l'économie d'espace occupé par le fil à l'acétate vis à vis de l'espace occupé dans le cas d'isolement à la soie.

DIAMÈTRE DU CUIVRE EN CM.	RAPPORT DES SURFACES EN CENTIÈMES.		
	FILS A L'ACÉTATE.	FILS ISOLÉS A LA SOIE	
		LISSÉE UNE FOIS.	LISSÉE DEUX FOIS.
0,07	48	32	17
0,08	50	35	20
0,10	54	40	25
0,12	57	44	29
0,15	61	49	34
0,18	64	55	38

L'*Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft* vient de mettre encore sur le marché une nouvelle qualité de fil isolé qu'elle nomme fil émaillé et qui aurait les mêmes avantages que les fils à l'acétate. Tandis que le fil à l'acétate est surtout désigné pour remplacer les fils isolés à la soie dans les appareils de

mesure, les fils émaillés sont à recommander dans la construction des bobines à fil plus fort, par exemple des bobines de sonnerie, des bobines d'induction ou pour lampes à arc et pour dynamos. Actuellement les fils émaillés sont livrés jusqu'à un diamètre de 2 mm. Le tableau suivant donne le rapport des espaces occupés dans le cas de fils émaillés et de fils isolés à la soie ou au coton.

DIAMÈTRE DU CUIVRE EN MM.	RAPPORT DES SURFACES OCCUPÉES EN CENTIÈMES.				
	FIL ÉMAILLÉ.	FILS ISOLÉS A LA SOIE.		FILS ISOLÉS AU COTON.	
		UNE COUCHE.	DEUX COUCHES.	UNE COUCHE.	DEUX COUCHES.
0,2	56	55	41	40 à 42	20 à 29
0,5	65	64	53	53 à 57	40 à 46
1,0	72	72	65	55 à 65	40 à 55
1,5	73	—	69	61	49 à 61
2,0	74	—	—	65	54 à 65

Le fil émaillé est, pour un diamètre inférieur à 0,6 mm, aussi avantageux que les fils isolés avec une couche de soie, il est plus avantageux quand son diamètre est supérieur à 0.66 mm, il est toujours supérieur aux fils isolés avec une double couche de soie ou au coton. Les plus grands avantages des fils émaillés sont leur flexibilité et leur résistance. Quand un fil est isolé il est soumis à un essai consistant à l'enrouler autour d'un cylindre d'un diamètre triple du sien, en le déroulant ensuite la couche isolante doit être intacte. L'épaisseur de la couche isolante varie de 0,045 à 0,025 mm. La tension disruptive est de 2500 à 3000 v entre deux fils, 2000 à 2500 v entre un fil et du mercure et de 800 à 1000 v après submersion de 24 heures dans de l'eau, L'isolant à l'émail n'est pas non plus hygroscopique, il n'est attaqué par l'acide acétique et par l'acide chlorhydrique qu'à haute température et par l'acide sulfurique très concentré. Par contre, l'émail ne résiste pas aux alcalis, il est attaqué par l'essence et la benzine à haute température et par la térébenthine à la température ordinaire. Des bobines isolées à l'émail résistent à une température de 200°C.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

L'Argentière (Hautes-Alpes). — *Station centrale.* — On nous apprend qu'une société en formation à Grenoble se propose de mettre à profit les chutes de la Durance et d'un de ses affluents la Gironde, dans le dessein de créer une station centrale d'énergie électrique à l'Argentière. On aurait ainsi force motrice et lumière, toutes deux très utiles pour ces régions.

Saint-Siméon-de-Bressieux (Isère). — *Station centrale.* — Dans une des dernières séances du conseil municipal, M. Micoud donne lecture d'un traité intervenu entre MM. Durand, concessionnaire de l'éclairage électrique, et la commission nommée pour s'entendre avec lui, concernant l'abandon de la concession : ce traité est adopté.

On prend connaissance du cahier des charges dressé par M. Bernard Didier, qui se propose de prendre la suite de la concession de M. Durand. M. Didier s'engage à fournir l'éclairage électrique à la commune et aux particuliers pendant une durée de trente ans, à la condition qu'il sera seul concessionnaire en tant qu'éclairage; les prix faits pour l'énergie utilisée pour l'éclairage des rues et places sera la moitié du prix payé par les particuliers; ces propositions sont acceptées et le nouveau concessionnaire devra prendre ses mesures afin de procéder à l'installation dans le plus bref delai.

NÉCROLOGIE

CHARLES PINAT

(ALLEVARD, 17 *mars* 1854 — 17 *décembre* 1905.)

L'Industrie électrique mentirait à son titre et manquerait à son devoir si elle n'adressait ses sympathiques regrets et ne rendait un juste hommage de reconnaissance à la mémoire de l'homme de bien et au zélé défenseur de ses intérêts que vient de perdre en M. Charles Pinat la corporation dont elle a pris le nom et doit porter le drapeau.

Laissant à ceux qui l'ont vu de plus près le soin de rappeler les multiples œuvres de bienfaisance, de philanthropie et d'enseignement qui avaient créé et entretenu autour de lui un vaste foyer d'affection et de sympathie, nous ne saurions laisser dans l'ombre la somme de travail, d'activité, d'intelligence et de dévouement dépensée par lui au profit de toutes les affaires industrielles et sociales dont il s'est occupé, et de l'électricité en particulier.

Ancien ingénieur au corps des Ponts et Chaussées que, malgré ses goûts et ses succès, il avait dû quitter de bonne heure pour continuer, à la tête des Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard, l'œuvre de son père et de son grand'père, il avait su, par une lutte incessante, faire vivre ces établissements à une époque où les puissantes concentrations de capitaux et de machines abaissent les prix de revient de toutes choses, surchargent la production et écrasent les entreprises modestes, et c'est au même souci de l'avenir des intérêts à lui confiés que l'électricité lui est redevable de ce qu'il a fait pour elle.

Nous ne voulons parler, bien entendu, que pour mémoire des aciers qui ont donné aux aimants d'Allevard une réputation universelle; mais, frappé depuis longtemps de l'intérêt que pouvait avoir pour son industrie et dans sa région le traitement des minerais et fontes de fer et d'acier par l'électricité, Pinat suivait attentivement depuis longtemps le développement des essais faits au four électrique, et, son esprit judicieux et prévoyant combinant les résultats acquis et entrevus avec les ressources hydrauliques possédées par sa Société, il comprit un des premiers la valeur immense de l'énergie accumulée dans les montagnes de son Dauphiné. Il fut ainsi conduit à la création du *Syndicat des Forces hydrauliques* dont il resta le précieux président jusqu'à sa mort prématurée. Imbu de l'esprit de solidarité, de justice et de liberté, il sut grouper sous ce nom en un faisceau compact toutes les activités éparses qui travaillaient, séparément et souvent concurremment, à mettre en valeur, jusque dans les vallées les plus écartées des Alpes, des richesses encore inexploitées. Il réunit ainsi les intérêts en apparence contraires des propriétaires et industriels possédant ou exploitant des forces motrices hydrauliques, afin d'obtenir des pouvoirs publics une législation permettant de tirer équitablement parti de ces richesses dans la région grenobloise, en sauvegardant à la fois les droits des propriétaires riverains, le développement des industries naissantes et les énormes capitaux



nécessaires au captage des eaux et au transport électrique de l'énergie fournie par elle.

Il y avait préludé par ce mémorable *Congrès de la Houille blanche* où se rencontra, sur sa puissante initiative, charmée pendant huit jours par son urbanité et séduite, sans la moindre ombre au tableau, par la largeur de ses idées, toute l'élite du monde officiel, savant, technique, industriel et commercial français, captivée par l'intérêt des excursions si admirablement organisées par lui.

Quand nous aurons ajouté que toute cette activité aboutit au dépôt, sur le Bureau de la Chambre, d'un projet de loi conforme à ses vues, qu'il contribua en outre puissamment à la modification de la loi de Finances accordant un juste dégrèvement des patentes aux usines d'énergie électrique et qu'il laisse comme dernier desideratum testamentaire le Concours à l'ordre du jour pour un limiteur de courant, nous n'aurons retracé qu'à grands traits et bien imparfaitement la féconde carrière d'une des belles et modestes intelligences de notre pays et de l'un des bienfaiteurs de notre science favorite. Puissent ses œuvres trouver de dignes imitateurs et continuateurs! E. BOISTEL.

CORRESPONDANCE

La traction électrique dans le tunnel du Simplon.

MONSIEUR,

Nous nous permettons de venir vous faire part de quelques rectifications au sujet de votre article concernant la traction électrique du tunnel du Simplon dans votre numéro du 10 janvier.

La maison suisse dont vous parlez est notre maison, la Société anonyme Brown, Boveri et Cie de Baden (Suisse) qui installe l'exploitation électrique dans l'intérieur du Simplon. La traction ne sera pas du système employé sur les lignes italiennes de la Valteline, mais du système à courant triphasé Brown, Boveri et Cie, système que nous avons déjà installé en 1898 pour d'autres lignes. Nous nous servons des forces de la *Diveria* et du Rhône et utilisons les deux stations centrales existantes qui ont servi au percement du tunnel.

Comme nous n'exploiterons la traction électrique que pour la traversée du tunnel, de Brigue à Iselle, c'est-à-dire sur une longueur d'environ 20 km, nous n'avons aucune sous-station distantes d'environ 50 km et il ne nous est pas nécessaire de produire des courants à haute tension, convertis en courants de 2300 volts pour la distribution, mais nous produisons directement nos courants de distribution à la tension de 3300 volts.

A notre connaissance, il n'existe aucune digue en construction au Simplon. La hauteur de chute utile n'est pas de 9 m, mais de 44,6 m à Brigue et de 140 m à Iselle. Malheureusement, nous ne disposons pas de quatre paires de turbines horizontales, chaque paire constituant une unité de 2800 chevaux, mais nous devons nous contenter en tout de 2700 chevaux environ, dont 1200 fournis du côté Nord par les turbines existantes qui actionnent un de nos alternateurs : courant triphasé (3300 volts) avec 16 périodes et non 25, et 1500 chevaux du côté Sud par deux turbines à haute pression, de 750 chevaux chacune, fournies par la maison Piccard, Pictet et Cie de Genève. Ces deux turbines actionnent un alternateur triphasé de 1500 chevaux. La vitesse angulaire de ces turbines n'est pas réglée par le système Lombard, suivant votre dire, mais bien par le système Piccard. Quant au réglage du côté Nord, nous l'obtenons au moyen de relais. Nous utilisons, pour l'excitation, des machines à courant continu déjà existantes. Comme nous vous le disons plus haut, nous n'avons pas lieu de nous servir de transformateurs à huile ou autres, et les connexions sont tout simplement assurées par du fil de cuivre de diamètre suffisant.

Quant à l'extension de la traction par l'électricité à toutes les sections de la ligne du Simplon, desservies par les chemins de fer fédéraux, il n'en a pas été question, mais l'Italie a parlé de prolonger la traction électrique, d'Iselle, entrée Sud du tunnel, à Domodossola, projet qui certainement s'effectuera plus tard, et qui porterait alors à environ 40 km l'exploitation de traction électrique. En ce qui concerne le coût total de l'équipement électrique du tunnel, évalué à votre avis, à 1 million, nous en ignorons encore et pour le moment le montant.

L'ouverture de la ligne n'est pas fixée définitivement pour le 1er mai, mais bien pour le 1er juin. Le trafic sera assuré par deux de nos locomotives électriques, construites chez nous, et les locomotives du chemin de fer de la Valteline ne seront là au commencement de l'exploitation que pour nous servir de réserve.

Veuillez agréer, etc.

Aktiengesellschaft Brown, Boveri et Cie.

Sur l'expression « Densité de courant ».

Cette expression, qui revient à chaque instant dans l'application, comme dans la théorie, n'est pas toujours bien comprise et demande à être plus explicitement définie pour qu'aucun malentendu ne soit possible.

C'est dans l'électrochimie surtout que la « densité de courant » joue un rôle important car, en la faisant varier, on peut modifier les propriétés physiques et chimiques des corps mis en liberté par la décomposition électrolytique.

C'est ainsi qu'avec une densité faible de courant les métaux sont le plus souvent déposés d'une manière très adhérente sous forme cristalline, tandis qu'avec une densité plus forte ils sont ordinairement précipités sous forme de poudre noirâtre ou brune n'adhérant aucunement à la cathode. Les métaux facilement oxydables sont déposés à la cathode à l'état d'oxydes lorsque la densité de courant est faible et à l'état métallique lorsqu'elle est forte.

On appelle ordinairement *densité de courant* « le quotient d'une intensité par la surface et qui s'exprime en A : dm², en A : cm² ou en A : mm², suivant les applications.

L'unité de surface adoptée en électrochimie est généralement le décimètre carré; toutefois il règne une certaine confusion sur les dimensions de la surface à laquelle s'applique cette unité. Aussi serait-il désirable que les électrochimistes s'entendissent sur la façon dont il convient de définir la densité de courant; dans cette densité il y a deux facteurs dont l'un mesurable : c'est l'intensité, et dont l'autre aurait besoin d'être mieux défini : c'est la surface.

A quoi se rapporte en effet cette dernière?

Aux cathodes seules ou aux anodes seulement ou aux deux électrodes ensemble? Puis est-ce à une face seulement des électrodes ou aux deux? D. TOMMASI.

En matière d'électrochimie, la densité de courant est rapportée à la surface d'*une seule* des électrodes, la cathode en général, car on se préoccupe surtout du dépôt. En matière d'accumulateurs, il en est de même, en considérant comme surface active les deux faces des plaques de chaque polarité, sauf les extrêmes (les négatives) qui ne comptent que comme demi-plaques, pour une face seulement. É. H.

L'ÉLECTRO-TAMPONNAGE

DES MOTEURS THERMIQUES A COMBUSTION INTERNE

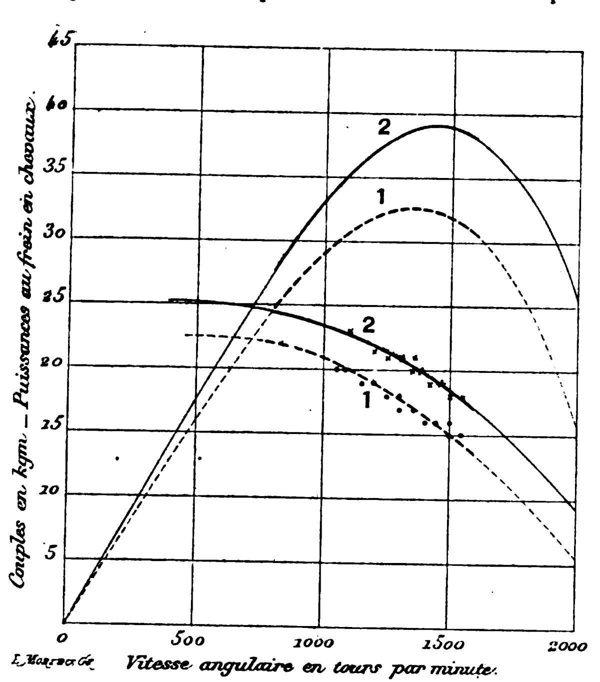
ET SES APPLICATIONS

En dépit de ses innombrables applications à l'automobile, le moteur thermique à combustion interne ou à explosion présente encore de nombreux inconvénients constitutifs qui, suivant les circonstances, en compliquent ou en restreignent l'emploi.

Ces moteurs ne se mettent en marche automatiquement que difficilement à vide et jamais en charge; leur couple moteur prend, aux faibles allures, une valeur maxima déterminée par la valeur de la compression, la richesse du mélange, la nature du mélange, etc. Si le couple résistant se trouve dépasser accidentellement cette valeur, le moteur cale et s'arrête.

M. P. Gasnier, chef des travaux pratiques d'électricité à l'*École de physique et de chimie industrielles* de la Ville de Paris, a déterminé par expérience pour un certain nombre de moteurs, comment varient le couple et la puissance en fonction de la vitesse angulaire.

La figure ci-dessous représente les valeurs du couple et



Variations du couple et de la puissance en fonction de la vitesse angulaire d'un moteur à essence de pétrole *Abeille*. Les gros traits correspondent à des expériences, les traits fins à des extrapolations. Les courbes les plus élevées sont des puissances, les courbes les plus basses des couples.

de la puissance d'un moteur à essence *Abeille* réglé, pour chaque allure, dans les meilleures conditions de marche. Les parties des courbes en gros traits résultent des expériences, les parties en traits fins sont des extrapolations ayant pour objet de montrer leur allure générale.

Les courbes en pointillé (courbes 1) ont été obtenues avec de l'essence ordinaire et un allumage par bougie; les courbes à traits pleins ont été obtenues avec de l'essence dont la densité était de 0,69 et un allumage par magnéto, à bougies. Les écarts entre ces deux courbes font ressortir l'influence de certains facteurs sur le couple et la puissance disponible : elles montrent que la puissance maxima est variable, passe par un maximum qui ne correspond pas au couple maximum, et diminue dès que l'on s'éloigne un peu de cette vitesse de régime correspondant, non pas au meilleur rendement, mais à la meilleure utilisation.

Le moteur thermique manque donc de souplesse : il ne l'acquiert, dans la pratique automobile ordinaire, que par des artifices plus ou moins ingénieux. Nous signalerons ici les principaux :

1° On emploie un moteur plus puissant qu'il n'est nécessaire, on le fait fonctionner avec un couple réduit par étranglement des gaz, et on augmente l'admission de ces gaz lorsque la vitesse tend à ralentir. Le moteur est alors mal utilisé et fonctionne le plus souvent à moitié puissance, avec un mauvais rendement organique.

2° On dispose de changements de vitesse qui, convenablement manœuvrés, empêchent le couple moteur de descendre au-dessous de la valeur correspondante du couple résistant qui calerait le moteur. Dans ces conditions, on passe par l'intermédiaire d'un changement de vitesse mécanique dont le rendement plutôt médiocre réduit la puissance disponible.

3° On interpose entre le moteur et le récepteur, une transmission électrique telle que, par le jeu même des variations de charge, le couple et la vitesse angulaire varient en sens inverse, de façon à faire développer au moteur thermique une puissance sensiblement constante. Ce dispositif, rationnel en apparence, complique et alourdit le mécanisme, et réduit le rendement en interposant une dynamo et des moteurs qui absorbent une puissance appréciable. La même critique s'applique aux systèmes qui, dans le but de réduire la puissance des organes électriques de transmission, font usage d'une transmission mi-électrique, mi-mécanique.

4° Nous avons réservé pour la fin l'artifice qui nous paraît le plus logique et le plus rationnel, et qui consiste à *tamponner électriquement* le moteur thermique à explosion, en l'attelant à une dynamo reliée elle-même en dérivation à une batterie d'accumulateurs formant tampon. Cet ensemble constitue un groupe à vitesse très sensiblement constante à toutes charges, la dynamo reliée aux accumulateurs fournissant automatiquement le couple supplémentaire si la vitesse vient à ralentir, et produisant au contraire un couple résistant utilisé à la recharge des accumulateurs si le moteur tend à s'emballer. On a ainsi une vitesse de régime à peu près constante, à quelques centièmes près, et que, par simple variation d'excitation de la dynamo, on peut régler entre des valeurs différant entre elles dans le rapport de 1 à 4, suivant les applications envisagées.

L'*électro-tamponnage* (¹) des moteurs thermiques peut d'ailleurs présenter une importance variable avec la nature des applications ou, plus exactement, avec la grandeur des variations des résistances opposées au moteur. Pour un service en terrain plat, par exemple, l'électro-tamponnage pourra comporter une dynamo et une batterie moins importantes que pour un service en pays très accidenté. Ce tamponnage donne, par surcroit, le démarrage facile du véhicule, l'embrayage progressif, le freinage gradué, l'allumage sûr, l'éclairage, etc.

L'électro-tamponnage des moteurs thermiques dont M. Henri Pieper a été l'initiateur et le pionnier, et dont nous nous faisons ici l'apôtre sincère et convaincu, est une idée féconde dont nous croyons utile de mettre en relief les applications nombreuses auxquelles il se prête, en nous limitant aujourd'hui aux *véhicules* et aux *bateaux*, et en réservant les installations fixes sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir.

I. — VÉHICULES SUR ROUTE

Voitures de tourisme et voitures de ville. — Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit dans notre numéro du 10 janvier dernier, en décrivant l'*Auto-mixte*, et nous nous permettons d'y renvoyer le lecteur.

Omnibus et camions. — Les dispositions générales du moteur et de tous les appareils, sur l'omnibus et le camion, sont identiques à celles adoptées pour la voiture de grand tourisme. L'ensemble ne diffère que par les dimensions du châssis et le poids à transporter, la vitesse de ces véhicules étant réduite en proportion.

On a rencontré jusqu'ici de sérieuses difficultés à actionner les omnibus ou les véhicules de la catégorie des poids lourds au moyen de moteurs à essence, opérant de la façon ordinaire avec boîtes de changement de vitesse et embrayages mécaniques. Les masses à mettre en mouvement — dans ce genre de véhicules — étant considérables, les omnibus spécialement, assurant un service public dans des quartiers très denses, doivent être très souvent arrêtés et remis en marche. Il s'ensuit donc des démarrages très fréquents qui obligent à manœuvrer très souvent le changement de vitesse; celui-ci fatigue énormément par suite des à-coups qu'il reçoit, à-coups dus aux masses à mettre en mouvement. Il en résulte une usure considérable et des frais d'entretien très élevés.

On a cherché à obvier à ces inconvénients dans les omnibus, en construisant des boîtes de transmission avec un plus grand nombre de vitesses, mais il en est résulté une plus grande complication. L'électro-tamponnage s'applique tout particulièrement à ce genre de véhicules, puisque l'on peut obtenir toutes les vitesses sans débrayer, étant donnée la facilité avec laquelle on peut ralentir ou accélérer la marche des véhicules; ce sont des avantages précieux pour les omnibus qui, dans les rues très fréquentées, doivent modifier constamment leur allure. L'énergie emmagasinée dans la batterie d'accumulateurs pendant les périodes de ralentissement est utilisée pour produire l'accélération pendant les démarrages.

Fiacres. — Avec les véhicules auto-mixtes à moteur thermique électro-tamponné, l'attaque des roues du véhicule se faisant toujours directement au moyen d'une seule transmission, le rendement à la jante des roues motrices est constamment très élevé et atteint environ 90 pour 100. Il en résulte donc une marche très économique et un minimum de consommation d'essence. On peut espérer que ce sera là la véritable solution du problème des fiacres automobiles pour services publics.

En ce qui concerne l'entretien de la batterie d'accumulateurs — la bête noire des voitures électriques pures — étant donné qu'elles fonctionnent toujours à la fleur de leur charge, les Sociétés Tudor sont disposées à entreprendre leur entretien à forfait pour 150 fr par an pour une voiture de tourisme et 200 fr par an pour un omnibus, ce qui est insignifiant.

Voitures de pompiers. — La voiture mixte constitue à l'arrêt une véritable station centrale; on pourrait utiliser le courant électrique produit pour l'actionnement de pompes, phares électriques, etc.

Voitures militaires. — On peut placer sur ces voitures un projecteur puissant alimenté, soit au repos, soit en marche, par le courant pris aux bornes de la batterie-tampon.

II. — TRAMWAYS ET CHEMINS DE FER

Depuis un certain temps, dans différents pays, on a fait des essais en vue d'utiliser le moteur à essence pour la traction de voitures de tramways ou de grandes voitures de chemins de fer. Des expériences ont notamment été faites en Angleterre, en Allemagne, en France et en Amérique.

Il est très difficile d'obtenir pour ces véhicules une marche satisfaisante en utilisant des changements de vitesse mécaniques. On a cherché à obvier aux inconvénients des transmissions mécaniques en employant le système mixte à transmission électrique, c'est-à-dire un moteur thermique actionnant une dynamo dont le courant met en mouvement à son tour le ou les moteurs de la voiture. Cette disposition présente l'inconvénient d'avoir un rendement peu élevé et ne permet pas d'obtenir une puissance supplémentaire à un moment donné, la puissance d'un véhicule de l'espèce étant limitée au maximum que peut fournir le moteur à explosion au rendement près.

Dans le système de M. Pieper, le rendement, au contraire, est maximum, puisque toute la puissance que

(¹) Le tamponnage *électrique* d'un moteur thermique a pour équivalent le tamponnage *mécanique*, tamponnage que nous avions cherché à réaliser, il y a quelques années, à l'aide d'un volant animé d'une grande vitesse. É. H



peut fournir le moteur à pétrole est directement transmis à l'essieu sans subir de transformation, le moteur à explosion fournissant la puissance moyenne nécessaire pour faire faire aux véhicules un parcours donné. L'énergie fournie par la batterie-tampon, pendant les démarrages et l'accélération, est récupérée en palier, dans les descentes et les ralentissements. En proportionnant convenablement la puissance du moteur à explosion, on peut obtenir que la voiture arrive au terme de son voyage avec la batterie chargée.

Tramways. — Les voitures de tramways actionnées par un moteur thermique électro-tamponné auraient les mêmes avantages et la même souplesse que les voitures actionnées par trolley; elles seraient, de plus, indépendantes de toute station centrale, ne nécessiteraient aucune canalisation aérienne ou souterraine pour l'amenée du courant. La dépense d'exploitation serait faible, si l'on tient compte que les bons moteurs à explosion ne consomment pas un demi-litre d'essence par cheval-heure mesuré au frein. Ces voitures peuvent d'ailleurs fonctionner au pétrole lourd ou au pétrole lampant.

Locomotive de manœuvre. — Le même principe peut être appliqué aux locomotives de manœuvre. Une locomotive de ce genre présente le grand avantage d'être toujours prête à fonctionner et de pouvoir donner des coups de collier considérables, tout en utilisant un moteur à explosions relativement peu puissant.

Cet avantage a paru assez important à l'Administration des chemins de fer de l'État belge pour que celle-ci commande à M. Pieper une locomotive à moteur thermique électro-tamponné, actuellement en construction, et à laquelle nous consacrons une description spéciale (p. 65).

III. — NAVIGATION

L'emploi des moteurs thermiques électro-tamponnés présente les avantages suivants :

Facilité de mise en marche. En effet, quand — dans les embarcations — les moteurs sont de forte puissance, la mise en marche nécessite des appareils spéciaux parfaitement inutiles avec le système mixte.

Facilité de manœuvre, la marche arrière se faisant électriquement par simple renversement du courant dans l'induit de la dynamo. Toute la manœuvre du groupe moteur s'obtient au moyen d'un seul levier qui, poussé en avant, donne toutes les vitesses en marche avant et, ramené en arrière, donne la marche arrière. Le réglage d'admission de gaz, d'avance à l'allumage, sont, comme dans l'*Auto-mixte*, tout à fait automatiques.

On a rencontré des inconvénients très sérieux dans l'application des moteurs à explosions à la navigation *en mer*, surtout avec des moteurs assez puissants. En effet, sans parler de la difficulté de mise en marche et de la marche arrière, il arrive que, par gros temps, les hélices sortent de l'eau ou y plongent très profondément. La variation énorme de résistance qui en résulte fait que, l'hélice sortant de l'eau, le moteur s'emballe jusqu'à ce que le régulateur de vitesse ferme l'admission, mais par contre lorsque l'hélice plonge brusquement, le couple instantané qui en résulte est trois ou quatre fois supérieur au couple normal et ce moteur ralentira considérablement jusqu'à risquer de se caler.

D'autre part, un bateau qui manœuvre a besoin pour battre rapidement en avant et en arrière d'un couple de démarrage sept à dix fois plus grand que le couple de marche normale. Les moteurs à explosion sont incapables d'un tel effort et nécessitent un organe de glissement dans la transmission.

On comprend très bien que la rapidité et la sécurité de la manœuvre s'en trouvent fortement influencées.

Avec le moteur thermique électro-tamponné, toute tendance au ralentissement amènera automatiquement dans la dynamo un courant venant de la batterie; ce courant est tel que les couples s'ajoutent pour vaincre la résistance supplémentaire. Au contraire, une tendance à l'emballement se transforme immédiatement en charge de la batterie, et ces conditions se réalisent pour toutes les gammes de vitesses établies. Pour un navire naviguant par gros temps, lorsque l'hélice s'enfoncera fréquemment et très profondément dans l'eau, le groupe ne calera pas, parce que la dynamo et le moteur donneront leur couple maximum en prenant du courant à la batterie. Au contraire, quand l'hélice sera hors de l'eau, au lieu d'y avoir emballement, il y aura charge de la batterie. La variation de vitesse totale ne pourra pas dépasser 10 pour 100, ce qui est un avantage important.

Emploi du pétrole lampant. — L'application du système mixte aux embarcations permettra aussi de marcher au pétrole lampant, avantage très sérieux, car tout le monde connaît les dangers que présente la marche à l'essence. Jusqu'à présent, les inconvénients principaux de la marche à pétrole lampant sont :

1° La difficulté de la mise en marche; 2° l'encrassement rapide du moteur. En ce qui concerne la mise en marche on a dû avoir recours à un chauffage préalable ou au départ au moyen d'essence; ce dernier procédé doit être exclu sur les bateaux. Avec le système mixte, on peut utiliser le courant électrique de la batterie pour volatiliser le pétrole lampant dans le carburateur au moment de la mise en marche. Une fois le moteur en marche, le carburateur sera réchauffé au moyen des gaz d'échappement.

On a trouvé que les moteurs fonctionnant au pétrole lampant s'encrassaient très rapidement et qu'au bout d'un certain nombre d'heures de marche, on devait démonter les cylindres et les pistons pour enlever les dépôts qui s'y forment. Il est probable que l'on éviterait cet encrassement, si, périodiquement, on pouvait nettoyer le moteur en marche. Au moyen du système mixte, on pourrait — au bout d'un certain nombre d'heures de marche — fermer l'arrivée des gaz au moteur et injecter dans les cylindres de celui-ci du pétrole. Le moteur con-

tinuant à tourner, entraîné par la dynamo, le pétrole barbotera dans le cylindre et dans les chambres d'explosion et entraînera les légers dépôts qui auraient pu se former. Après quelques minutes de nettoyage, les gaz pourraient être admis de nouveau et le moteur à explosion recommencerait à fonctionner. En faisant des décrassages périodiques en marche, on arrivera probablement à fonctionner régulièrement au pétrole lampant.

De plus, une embarcation équipée au moyen du système mixte aura le grand avantage de pouvoir marcher à une allure forcée pendant un certain temps Comme, généralement, on doit lester les bateaux, on pourra employer une batterie relativement lourde qui aura une grande capacité Or, en diminuant le champ de la dynamo, en pourra accroître la vitesse du bateau et utiliser en même temps que la puissance du moteur, toute la puissance de la dynamo. Par contre, il suffira de réduire un peu la vitesse normale du bateau pour recharger la batterie en marche, car la puissance absorbée par un bateau décroit très sensiblement comme le cube de la vitesse.

Un autre avantage très important c'est qu'en cas d'avarie au moteur à pétrole, ou manque de combustible, un bateau muni du tamponnage électrique pourra faire un très long parcours en marchant uniquement à l'électricité à faible allure. On n'a pas ainsi à craindre de rester en panne et, pour la navigation en mer, cet avantage est très appréciable.

On voit, par ces exemples typiques, quel champ immense d'applications rencontre le moteur thermique électro-tamponné, tout en restant dans le domaine de la locomotion terrestre ou marine. C'est une nouvelle, heureuse et féconde alliance de la mécanique et de l'électricité à laquelle nous sommes heureux d'applaudir sans réserve.

É. HOSPITALIER.

APPLICATION DES MOTEURS A COURANT CONTINU

AUX APPAREILS DE LEVAGE

Les applications des moteurs électriques aux appareils de levage exigent des soins judicieux pour proportionner les organes mécaniques et électriques qui doivent se compléter en utilisant le plus possible leurs propriétés particulières. En conséquence nous ne saurions trop déplorer ce procédé qui consiste à commander tout simplement un arbre de prise de force par un moteur quelconque, et de prendre sur cet arbre à l'aide d'embrayages et de changements de vitesse les mouvements nécessaires. Ce dispositif est cependant établi en principe par des constructeurs-mécaniciens qui trouvent ainsi le moyen de ne s'occuper que peu ou pas de la partie électrique, ils trouvent cela plus simple, mais ne se doutent probablement pas qu'ils sacrifient ainsi toutes les propriétés précieuses des moteurs électriques qui se prêtent bien mieux et plus économiquement que les organes mécaniques aux changements de marche ou de vitesse. Quand il s'agit d'appareils de levage à manœuvres intensives, ce dispositif peut avoir quelquefois des avantages, mais il est tout à fait irrationnel quand il s'agit d'appareils importants. C'est ainsi qu'on peut voir des moteurs de 20 poncelets commander pendant des temps relativement longs des translations qui en absorbent à peine 2 ou 3. Combien en avons-nous vu ainsi en 1900!

Il y a dans tout appareil de levage deux sortes de mouvements bien distincts : 1° le levage ou la descente de la charge; 2° les divers mouvements de translation, direction, orientation, en un mot tous les déplacements horizontaux. Les premiers absorbent des puissances souvent élevées, les seconds des puissances beaucoup moins fortes. Presque tous les appareils effectuent le levage avec des vitesses variables suivant les charges, ce qui augmente leur rendement spécifique. Cela est particulièrement important pour les grues de déchargement. Il est donc tout indiqué que le moteur soit excité en série de façon à augmenter automatiquement de vitesse pour les petites charges. Cependant comme il arrive souvent qu'on a à lever le croc à vide ou à descendre la charge sur des appareils comportant un fort moteur, il y aurait lieu de craindre des vitesses exagérées, il est donc préférable d'employer un moteur à enroulement compound concourant, ce qui facilite en outre le freinage électrique.

Notre intention n'est pas de rappeler ici les formules théoriques qui permettent de construire un moteur répondant à des conditions déterminées, ce serait non seulement s'écarter de notre sujet, mais se placer à un point de vue faux, en ce sens qu'il n'est pas admissible que l'on construise un moteur spécial à chaque application, mais qu'il s'agit au contraire de choisir parmi les séries existantes le type de moteur le plus convenable ou tout au moins celui qui le deviendra par la seule modification de son enroulement. Les applications des moteurs électriques aux appareils de levage ne sont généralement pas faites par le constructeur du moteur électrique, cependant il importe, comme nous le disions plus haut, de coordonner les deux séries d'organes mécaniques et électriques : c'est à l'ingénieur qui fait l'application de connaître comment il peut choisir dans les séries des catalogues le moteur convenable.

Les variations de vitesse qu'on obtient avec les moteurs série quand on diminue le couple résistant sont pratiquement :

A pleine charge la vitesse angulaire	normale est	. . .	ω
A 3/4 de	—	—	. . .	1,1 à 1,2 ω
A 1/2	—	—	. . .	1,4 à 1,5 ω
A 1/4	—	—	. . .	1,8 à 2 ω
A 1/10	—	—	. . .	2,5 à 3 ω

Il est bien évident que les variations de vitesse du moteur compound seront d'autant moins étendues que

l'enroulement dérivation aura une plus grande influence : il suffira d'indiquer au constructeur-électricien ces variations moins étendues que celles du tableau ci-dessus pour que celui-ci soit fixé quant à la valeur qu'il devra donner aux deux enroulements. Mais pour utiliser cette propriété des moteurs en série, il faut avoir égard aux considérations suivantes : la vitesse portée aux catalogues des moteurs des constructeurs-électriciens sont presque toujours des vitesses maximum, il y a même souvent tendance à exagérer cette vitesse afin d'avoir en regard du prix une puissance élevée; il y a là un petit subterfuge qui ne pourrait se produire si l'on avait pris l'habitude beaucoup plus logique de désigner un moteur électrique par son couple moteur, qui est une constante pour chaque type, au lieu de la puissance, qui est variable avec leur vitesse : cette dernière n'a de limite que celle où la force centrifuge devient assez élevée pour faire craindre l'éclatement des cerclages ou la projection des enroulements.

En général cependant on peut tolérer une vitesse de 20 pour 100 supérieure à celle du régime. En conséquence, pour obtenir des variations de vitesse étendues, automatiquement avec la charge, il faut ralentir la vitesse de régime cataloguée, ce qui s'obtient en roulant l'induit en fil plus fin. Ainsi un moteur de 10 poncelets à 1200 t : m pourra faire $\frac{10 \cdot 600}{1200} = 5$ poncelets à 600 t : m; mais c'est précisément à cette vitesse ralentie qu'il devra lever la plus lourde charge en développant un couple maximum. Si donc on veut obtenir une variation de vitesse de 2, il faudra consentir à prendre un moteur dont la puissance nominale soit 2 fois celle qu'on veut lui faire donner à vitesse ralentie. Mais il existe une autre considération qui tend à compenser cette obligation. En effet, les catalogues sont établis en vue d'une marche continue du moteur : or, dans les appareils de levage, le mouvement du levage qui absorbe en général le plus d'énergie ne dure que peu de temps et les repos ont presque toujours une durée plus longue que les périodes de marche; il s'ensuit que pour un moteur fonctionnant 2 à 3 minutes avec un repos de 5 minutes, on peut sans crainte d'échauffement forcer le couple moteur et dès lors la puissance utile à 1,5 fois la puissance normale. Il devient dès lors assez laborieux de choisir dans les catalogues le moteur convenable en tenant compte des considérations précédentes; mais le procédé que nous allons indiquer nous permet de trouver le moteur répondant le mieux aux conditions désirées, même parmi plusieurs catalogues avec une grande facilité. Il s'agit d'abord de limiter son choix entre quelques maisons par des considérations commerciales ou de confiance qu'il n'est guère possible de mettre en formule. Il faut de préférence choisir des moteurs dits protégés ou cuirassés, qui sont moins sujets à se détériorer que les moteurs découverts. On établira ensuite sur deux axes rectangulaires (fig. 1) un abaque où l'on portera pour chaque type de moteur en ordonnées les vitesses de régime et en abscisses les puissances cataloguées [1], ces dernières multipliées par 1,5. On joindra le point ainsi obtenu avec l'origine par une droite que l'on arrêtera pour l'ordonnée à 1/3 de la vitesse de régime, ce qui peut être considéré comme la limite pratique du ralentissement possible par l'enroulement pour une tension donnée. On formera ainsi le faisceau de la figure 1 que

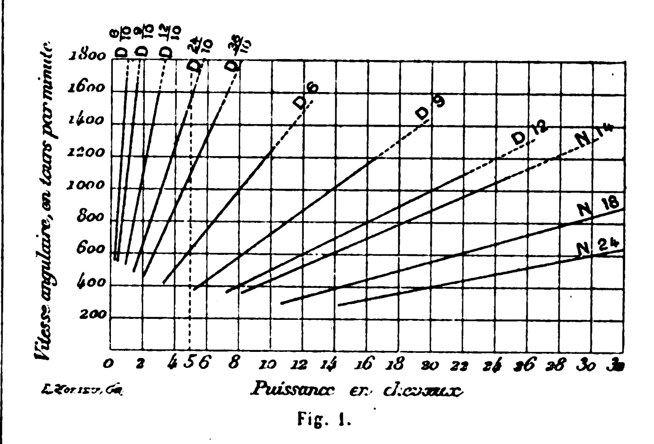


Fig. 1.

nous avons établi avec la série des moteurs très appréciés de la Compagnie générale électrique de Nancy et qui porte leur désignation. Il suffit d'élever sur cet abaque une ordonnée à une distance d'abscisse représentant la puissance désirée pour rencontrer tous les types qui donnent cette puissance aux différentes vitesses et les variations qu'ils permettent. Ainsi soit à trouver un moteur série de 5 chevaux permettant un accroissement automatique de vitesse de 2 pour un couple ou une charge décroissante à 1/4 de la charge normale. L'ordonnée à 5 chevaux rencontre les moteurs : D9 donnant 5 chevaux à 370 t : m et pouvant augmenter de vitesse jusqu'à 1200 t : m en vitesse normale cataloguée ou 1450 t : m en vitesse augmentée, soit une variation de vitesse possible de 4, ce qui est trop élevé; puis l'on trouve le moteur D 7 à 620 t : m augmentant de vitesse jusqu'à 1300 t : m en vitesse normale et 1560 en vitesse augmentée enfin; le moteur $D\frac{36}{10}$ à 1120 t : m et augmentant de vitesse jusqu'à 1800 t : m, maximum; le moteur $D\frac{24}{10}$ ne donne la puissance de 5 chevaux qu'à vitesse augmentée et ne permet presque plus d'accroissement. C'est donc le moteur D 6 qui sera choisi; il est catalogué pour 7 chevaux à 1500 tours, mais pour répondre aux conditions demandées, il suffira d'enrouler son induit pour faire 630 tours avec le même couple normal; ceci regarde le constructeur-électricien de même que la conservation des ampères-tours d'excitation. On voit combien ce pro-

[1] Conformément aux excellents principes d'ordre et de logique adoptés par M. Hospitalier, les puissances devraient s'exprimer en kilowatts où en poncelets, nous regrettons d'être obligés pour cette fois de nous en écarter en établissant notre abaque suivant les données des catalogues qui expriment tous la puissance absorbée en kilowatts et la puissance rendue en chevaux. (Ce qui est un usage absurde. N. D. L. R.)

cédé donne clairement la zone d'action des divers types. Le constructeur-électricien pourrait lui-même établir cet abaque en tenant compte plus rigoureusement des conditions de fonctionnement de ses moteurs, ce qui faciliterait beaucoup la tâche du mécanicien sans constituer aucune indiscrétion quant à la catégorie de documents qu'il conserve précieusement.

Les variations de vitesse que nous venons d'examiner ne sont pas les seules qu'on puisse obtenir des moteurs; en affaiblissant le champ par un rhéostat de champ avec un moteur dérivation ou en shuntant les électros avec des moteurs série on peut obtenir des accélérations de 20 pour 100 environ de la vitesse de régime; cette variation n'est plus automatique, elle doit être commandée par un commutateur du poste de commande. Quant aux variations de vitesse qu'on obtient à l'aide des rhéostats en série avec l'induit et qui sont environ de 80 pour 100, elles sont très onéreuses en ce qu'elles absorbent des quantités considérables de travail; on ne doit donc pas les prévoir pour des manœuvres complètes, mais seulement pour les démarrages ou les manœuvres d'approche.

En général, les variations de vitesse automatiques par le moteur seul ne sont pas suffisantes, il est nécessaire en conséquence d'avoir un ou deux arbres intermédiaires qui permettent des changements de vitesse mécanique à l'aide d'embrayages manœuvrés de la cabine. La commande de ces embrayages par électro se fait quelquefois, mais elle est toujours délicate car, de même qu'avec les embrayages magnétiques, le décollage ne se fait pas toujours d'une façon très régulière.

Il est absolument nécessaire que le mouvement de levage ne soit pas réversible, c'est-à-dire que dans aucun cas la charge ne doit pouvoir entraîner le moteur à la descente, ce qui entraînerait à des accidents en cas de défaillance ou d'arrêt du moteur; l'emploi de la vis sans fin réalise très simplement cette condition, mais le rendement en est inférieur à 50 pour 100. Pour augmenter le rendement, il faut donner à la vis un pas allongé et elle devient réversible. En pratique, une vis non réversible doit satisfaire à la relation :

$$\frac{\text{développement du diamètre primitif}}{\text{pas}} = 8.$$

La vis se prête d'ailleurs très mal à la descente au frein.

Un moyen beaucoup plus économique consiste à faire toute la commande par engrenage et de munir le dernier arbre d'un frein automatique qui empêche le dévirage; on obtient ainsi un rendement bien meilleur de 70 à 75 pour 100. Mais le frein automatique doit être d'un fonctionnement absolument certain. Les freins Megy sont les plus employés et semblent avoir donné toute sécurité; les différentes dispositions de ces freins sont assez nombreuses et répondent à des conditions fort diverses sur lesquelles nous aurons probablement l'occasion de revenir. Indiquons cependant un dispositif récent qui empêche la charge d'entraîner le moteur, que celle-ci agisse dans l'un ou l'autre sens, ce qui a un intérêt dans le cas de monte-charges électriques à contrepoids équilibrant la moitié de la charge utile, ou à benne double ou pour plan incliné, il remplace absolument la vis non réversible (fig. 2). La boîte A est fixe, le taquet B est

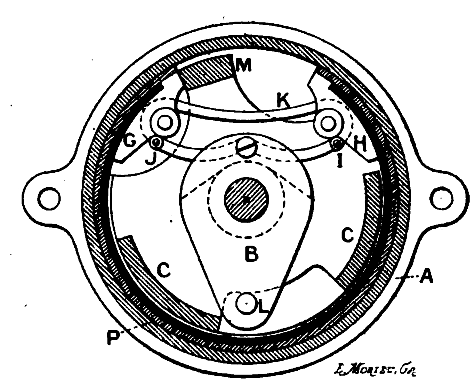


Fig. 2. — Frein double de Mégy.

solidaire du moteur, le taquet C est solidaire de la charge, le ressort à expansion P porte les douilles G et H contre lesquelles viennent buter les traverses I, J traversant la chaînette de desserrage K fixée en son milieu au taquet B. Dans la marche à droite, par exemple, le taquet B entraîne la chaînette qui s'enroule sur le pivot de la douille G, la traverse I bute sur la douille H, les deux extrémités du ressort P se trouvent ramenées l'une vers l'autre, le mouvement est libre, le taquet B vient en contact par son extrémité L avec le taquet C qui est entraîné avec la charge. A l'arrêt du moteur la partie M du taquet C vient buter sur une des extrémités du ressort redevenu libre et colle celui-ci sur la boîte fixe.

On augmente beaucoup la sécurité en faisant usage d'un frein magnétique (fig. 3) disposé en série avec l'in-

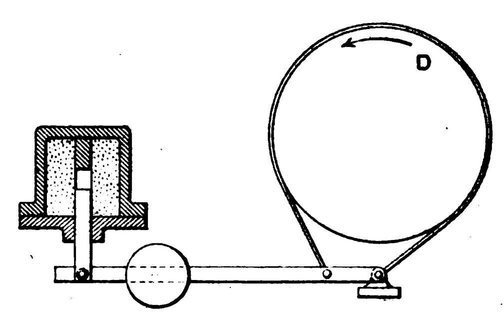


Fig. 3. — Frein magnétique.

duit du moteur de façon qu'en cas d'interruption du courant le contrepoids du frein n'étant plus soulagé par l'électro, le frein à bande bloque tout le système. Afin d'obtenir une action plus régulière on enroule cet électro de gros fil en série avec le moteur et de fil fin en dérivation à ses bornes.

Un dispositif très heureux est celui qui se compose d'une boîte de frein double semblable à celle de la figure 2, mais la boîte A au lieu d'être fixe, est bloquée par un frein à bande ordinaire maintenu serré par un levier à contrepoids C. Le moteur peut mouvoir la charge dans les deux sens sans que celle-ci puisse entraîner le

moteur. Si l'on soulage le levier à contrepoids C, la charge descend au frein mais en entraînant le moteur *qui reste toujours*, sauf en certain jeu, un *solidaire de la charge* et comme le moteur est mis en court-circuit en conservant l'excitation dérivation, il freine en même temps que la bande de frein qu'il soulage ou qu'il remplace même complètement; il y a toujours ainsi deux organes *complètement indépendants* prêts à freiner; le moteur est toujours solidaire de la charge sans l'intermédiaire d'em-

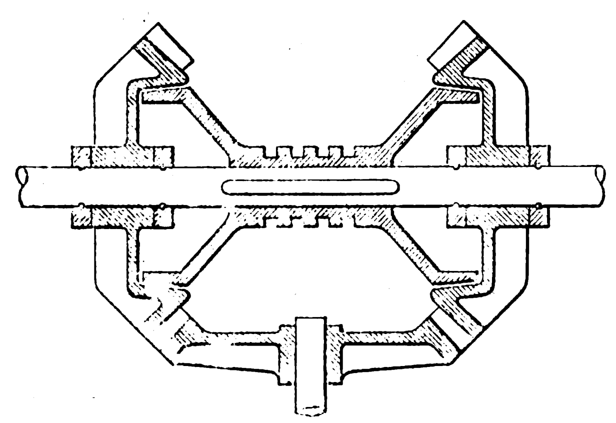


Fig. 4. — Embrayage double.

brayage; et si l'on ajoute au système le frein magnétique (fig. 3), on voit que la sécurité devient aussi grande qu'avec la vis puisqu'elle est assurée par *trois organes indépendants* sans compliquer beaucoup le système. Lorsqu'il s'agit surtout de descentes rapides au frein, la vis n'a plus de raison d'être parce qu'il faut la débrayer et que son seul avantage de sécurité se trouve en conséquence annihilé. Il est à remarquer que l'adjonction du frein magnétique nécessite son ouverture quand on descend avec le frein automatique, dans ce cas le levier C est brisé près de la poignée, et en soulevant celle-ci on commence par établir un contact qui envoie du courant dans le fil fin de l'électro du frein magnétique qu'il débloque, puis quand le genou de l'articulation bloque on soulève le levier C qui modère à volonté la vitesse de descente.

La commande du moteur de levage peut se faire par l'un des deux procédés que nous avons déjà décrits (voy. *L'Industrie électrique* du 10 septembre 1905), c'est-à-dire soit par combinateur, soit par servo-relais.

Nous donnons, figure 5, le schéma de la commande des 3 moteurs série d'une grue roulante du type des renommées grues de Hambourg. Afin de conserver les lignes principales de cet ensemble et de ne pas surcharger le schéma, les connexions intérieures des moteurs et des combinateurs ont été supprimées; on les retrouvera dans notre article précédent.

Dans cette figure on a :

A, poutre et palée roulante. — B, plateforme mobile s'orientant sur les galets C. — D, 2 fils de prise de courant. — E, moteur de levage. — F, moteur de la translation. — G, moteur de l'orientation. — H, combinateur du levage. — I, combinateur de l'orientation ou de la translation branché sur l'un de ces moteurs à l'aide du commutateur à couteaux K. — L, interrupteur général. — M, coupe-circuits. — N, cercles et prises de courants à frotteurs. — O, flèche et croc.

Pour les moteurs de translation, orientation, et en général tous les déplacements horizontaux de la charge, il est préférable d'employer des moteurs excités en dérivation, qui donnent une vitesse à peu près constante, permettant une plus grande précision de manœuvre. Pour la translation des ponts roulants entre autres, l'emploi de la vis doit être évité en raison de l'inertie considérable des masses en mouvement; au moment de l'arrêt, la roue hélicoïdale entraînée par la masse vient buter sur la vis;

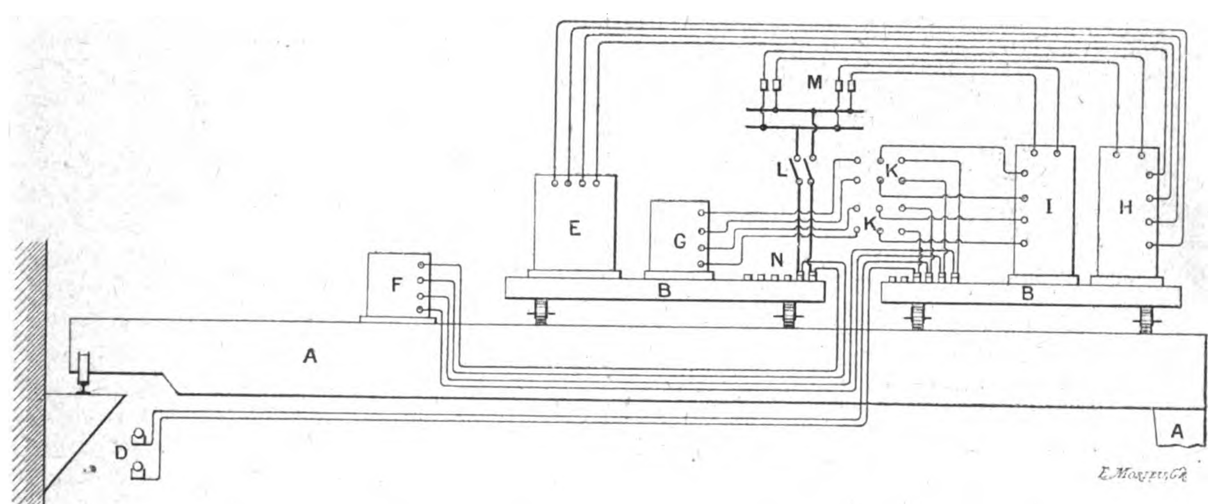


Fig. 5. — Schéma d'une grue à palier (type de Hambourg).

il s'ensuit un choc dans la denture, qui peut amener la rupture des dents.

Lorsqu'il s'agit de manœuvres intensives, les arrêts et la mise en route précipités du moteur amènent des étincelles qui détériorent les organes de démarrage; de plus, l'inertie du système entraine pour les démarrages une dépense d'énergie cinétique non seulement perdue, mais qu'il s'agit d'absorber ensuite au moment de l'arrêt en

freinant par le moteur, ce qui échauffe encore celui-ci; il y a donc à apprécier quand la fréquence des manœuvres est suffisante pour adopter avec avantage la commande par un seul moteur tournant sans arrêt et commandant un arbre de prise de force sur lequel chaque mouvement est pris à l'aide d'un embrayage. Un des dispositifs d'embrayage les plus simples et les plus robustes est celui de la figure 4, il exige que le manchon soit commandé à l'aide d'un rapport de levier assez considérable, tant à cause de l'effort longitudinal qu'il exige pour l'embrayage que pour le décoller au moment de l'arrêt; le cône doit avoir un rapport entre sa base et sa hauteur de $\frac{16}{100}$, l'effort longitudinal est alors environ le double de l'effort tangentiel. Les embrayages Mégy s'appliquent aussi fort bien dans ce cas. Une application très intéressante est celle de l'embrayage servo-moteur du même inventeur et de sa commande électrique. Cet ensemble fonctionnait à l'Exposition de 1900. L'embrayage servo-moteur réalise la subordination absolue des mouvements des charges à la volonté de l'opérateur qui, sans produire aucun effort, n'a qu'à tourner le bouton d'un léger volant dans un sens ou dans l'autre pour la montée ou la descente : que l'opérateur aille vite, doucement ou s'arrête, la charge quelle qu'elle soit suit docilement le mouvement du bouton *sans écart appréciable*. Il suffit dès lors de commander ce bouton à l'aide d'un tout petit moteur pour avoir une commande asservie, souple, simple, et d'une précision qui dépasse ce que l'on peut imaginer.

Ce dispositif, représenté figure 6, se compose de :

A, poulie recevant la force motrice. — B, boîte de frein faisant corps avec la poulie A. — C, manchon de frein sur lequel la boîte B est folle, et qui est reliée à cette boîte par le ressort à expansion R. — D, levier

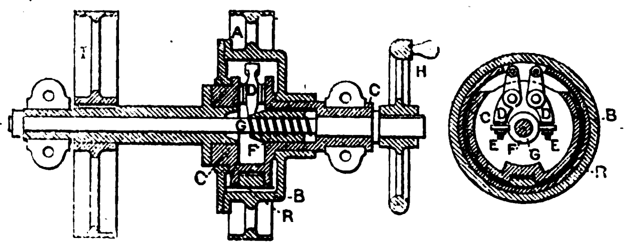


Fig. 6. — Embrayage servo-moteur de Mégy.

agissant par une extrémité sur les butées du ressort R, et portant à l'autre extrémité contre les galets E. — G, vis passant dans l'écrou F, et le faisant avancer ou reculer sous l'action du volant H. — I, poulie ou pignon calé sur le prolongement du manchon C, et commandant l'organe qui doit utiliser la force motrice reçue par la poulie A.

Le fonctionnement est le suivant :

En marche, la poulie A, douée d'un mouvement continu, entraîne tout le système dans le sens de la flèche, par l'intermédiaire du ressort R. Si, dans ces conditions, on immobilise le volant H calé sur la vis G, l'écrou F se trouvera obligé d'avancer, et son extrémité conique viendra s'engager entre les galets E, produisant un commencement de démarrage du ressort R, d'où il résultera un glissement de ce ressort sur la boîte B et une diminution de vitesse sur la poulie I.

Si l'immobilisation du volant H subsiste, l'écrou continue à pénétrer entre les galets et finit par déterminer le desserrage du ressort, et par suite l'arrêt de la poulie I. Dans cet état, le travail moteur et le travail résistant s'équilibrent, quelle que soit, dans les limites assignées au travail à produire, la valeur de ce dernier.

Si, au lieu d'immobiliser le volant H, on le fait tourner dans le sens de l'appareil avec une vitesse moindre, on obtiendra un démarrage partiel et, sur la poulie I, une vitesse de rotation exactement égale à celle donnée au volant H. On peut ainsi régler à volonté et avec une précision absolue la vitesse de la poulie I.

Pour redonner à cette poulie la vitesse de la poulie A, il suffira de tourner le volant H à la vitesse de la poulie A, ce qui a pour effet de dégager l'écrou F d'entre les galets et de rendre au ressort R toute sa liberté d'expansion. On peut remarquer que l'appareil est reversible, c'est-à-dire que la poulie I peut être motrice et la poulie A conduite. Nous avons réalisé très simplement la commande électrique à distance de cet appareil en lui laissant toute sa précision, de la façon suivante. Le volant de commande H a été remplacé par une poulie à gorge angulaire recevant une petite courroie en cuir rond commandée par une poulie très petite portée directement par l'arbre d'un petit moteur de 8 kgm. Comme l'effort à exercer sur le volant H est très constant, il a été possible, en se servant du dispositif du rhéostat décrit dans un de nos précédents articles (voy. *L'Industrie électrique* du 25 mars 1905), de ralentir le moteur jusqu'à le faire tourner sans risque d'arrêt à 20 tours par minute; la vitesse normale étant 1800 tours, on voit l'extraordinaire variation de vitesse qu'on peut obtenir. En réalité, dans l'application exposée par M. Mégy en 1900, la charge montait à pleine vitesse à 1 m par seconde et était ralentie à volonté jusqu'à une vitesse insensible à l'œil. La commande du petit moteur était faite, comme l'indique le schéma figure 7, à l'aide de deux boutons poussoirs à pompe, montée et descente, qu'il suffisait d'enfoncer plus ou moins pour obtenir le mouvement et la vitesse

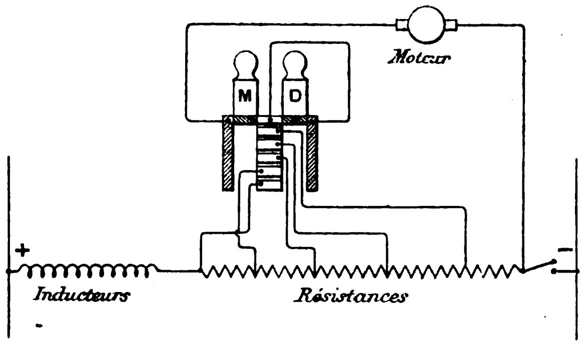


Fig. 7.

voulus. Ces deux boutons étaient dissimulés sous le tapis de la table du représentant du stand, ajoutant à l'effet magique, qui n'était pas déplacé en la circonstance, la meilleure démonstration de la simplicité de cette commande, à la fois souple et extrêmement précise.

L'asservissement électrique de ce petit moteur intercalé directement dans un pont de Wheatstone serait excessivement simple.

OHMMÈTRES COMPENSÉS A CADRAN

La maison Chauvin et Arnoux vient de compléter sa série d'ohmmètres, par un nouveau type compensé, à cadran et à lecture directe, appelé à remplacer les galvanoscopes à pile ou à magnéto, employés actuellement et dont les indications grossières ne satisfont plus aux besoins actuels, car la déviation de ces appareils varie avec la force électromotrice de la source employée et de plus, l'aiguille aimantée, influencée par le voisinage de pièces de fer, ou de câbles parcourus par des courants, ne donne aucune indication sérieuse. De plus, l'aiguille se désaimante trop aisément et son défaut d'amortissement rend les lectures longues. Enfin, l'appareil ne fonctionne pas en toute position.

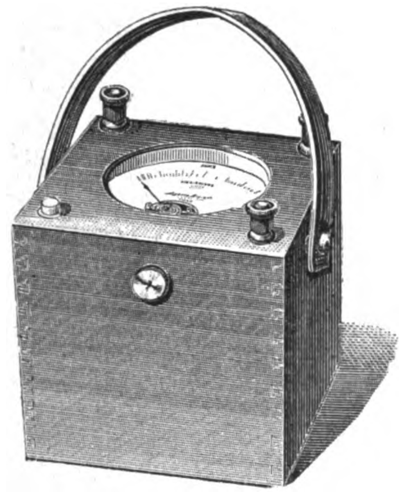


Fig. 1.

L'ohmmètre compensé à cadran est affranchi de toutes ces causes d'erreur, tout en conservant la même simplicité d'emploi.

Il se présente sous la forme d'une boîte dont les dimensions sont de $14 \times 15 \times 16$ cm du poids de 3 à 4 kg et se compose essentiellement d'un galvanomètre apériodique de précision, à cadre mobile, à deux sensibilités et d'une batterie de piles sèches ou d'une magnéto.

Les indications de l'appareil sont rendues indépendantes des variations de la force électromotrice de la source et du champ magnétique, par un réglage préalable très simple. Ce réglage permet de corriger des variations très importantes de la force électromotrice de la source, dans le rapport 1 : 2. Lorsque la source est épuisée, on s'aperçoit que le réglage ne permet plus de tarer l'appareil, mais on ne s'expose pas à faire de fausses mesures.

D'autre part, la nature du galvanomètre apériodique employé permet d'utiliser l'appareil dans toutes les positions et rend les lectures possibles sans nouveau tarage dans le voisinage des dynamos, de pièces de fer et de câbles parcourus par des courants intenses. Enfin, l'appareil mesure directement l'isolement d'une ligne non chargée ou en charge sur courants continus ou alternatifs.

A cet effet, le cadran porte deux graduations. La division supérieure mesurant de 1 à 10 mégohms, suivant la source employée, correspond à l'emploi de la batterie intérieure. La division inférieure correspondant à l'emploi d'une force électromotrice extérieure, mesure à 5, 10 ou 25 mégohms, suivant la tension utilisée.

La méthode de mesure employée est celle bien connue du voltmètre-ohmmètre. Une source de force électromotrice E est placée en série avec une résistance de comparaison et un galvanomètre. La résistance totale R est représentée en majeure partie par la résistance de comparaison.

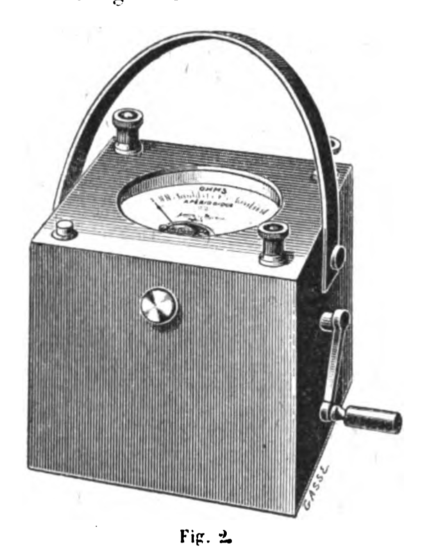


Fig. 2.

Si l'on ferme le circuit on a une déviation :

$$\alpha = k \frac{E}{R}.$$

En intercalant dans le circuit la résistance à mesurer X on a une seconde déviation :

$$\alpha' = k \frac{E}{R + X} \quad \text{ou} \quad \alpha' = \frac{R}{R + X} \alpha.$$

R ayant une valeur déterminée, si α est ramené à une valeur fixe, la déviation α' ne dépend plus que de la résistance à mesurer X, et les indications de l'appareil sont rendues indépendantes de la force électromotrice E et de la constante k du galvanomètre.

On ramène la déviation primitive à une valeur fixe par un tarage préalable très simple en faisant varier la constante k du galvanomètre lorsque E varie. Le galvanomètre étant du type à cadre mobile et à aimant permanent donne des déviations proportionnelles à la force électromotrice E et au flux traversant le cadre. Lorsque E varie, on fait varier le flux en sens inverse au moyen d'un bouton de réglage commandant une pièce de fer mobile devant les pôles de l'aimant et formant dérivation magnétique.

Tarage de l'instrument. — Si la source employée est celle placée à l'intérieur de l'appareil, ce tarage préalable s'obtient en pressant le bouton poussoir P et en tournant en sens convenable le bouton de réglage B, jusqu'à ce que l'aiguille atteigne le zéro de la graduation.

Si la source est extérieure, il suffit de relier directement ses pôles aux bornes marquées + et —, et d'agir sur ce même bouton B jusqu'à obtenir la déviation totale.

Mesure avec la source intérieure. — Pour mesurer une résistance avec la batterie intérieure, il suffit de serrer ses extrémités sous les bornes correspondant à X pour que l'aiguille indique immédiatement sur la graduation supérieure sa valeur exacte en ohms (fig. 3, schéma 1).

Si la source intérieure est une magnéto, on appuie sur le bouton poussoir P en tournant la manivelle de façon à maintenir l'aiguille autour du zéro de la graduation. Il suffit de soulever brusquement le doigt du bouton sans changer la vitesse de rotation pour que l'aiguille marque la résistance cherchée.

Mesure d'une ligne en charge. — La mesure d'isolement d'une ligne en charge emploie les deux bornes marquées + et —.

1° Dans le cas d'une mesure directe, la tension de la ligne doit être comprise entre 70 et 125 volts. On place la force électromotrice entre les bornes + et —, et l'on tare l'appareil comme il est dit plus haut.

Ceci fait, il suffit d'intercaler la résistance d'isolement à mesurer, dans le circuit, suivant le schéma n° 2, l'isolement cherché se lit directement sur la graduation inférieure.

2° Si la tension du réseau est supérieure à 125 volts, on peut obtenir la valeur de l'isolement par la formule :

$$x = nR + (n - 1)\,g.$$

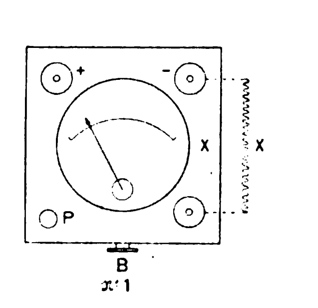
x, étant la résistance d'isolement à mesurer sous une tension E';

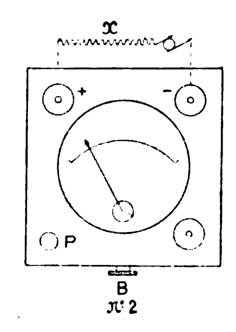
n, le rapport $\frac{E'}{E}$ de la tension E' de la ligne à la tension E sur laquelle l'ohmmètre aura été taré au maximum;

g, la résistance de l'ohmmètre inscrite sur le cadran;

R, la résistance lue sur la graduation inférieure de l'appareil.

Exemple. — Soit à chercher un isolement sous 220 volts. On tare l'ohmmètre au maximum de la déviation sous une tension sous-multiple simple de 220 volts, compris entre 100 et 150 : soit 110. On dispose ensuite les connexions suivant le schéma n° 2. Dans ce cas : $x = 2R + g$, c'est-à-dire que la résistance cherchée est égale à deux fois la lecture de l'appareil, augmentée de la résistance du galvanomètre.





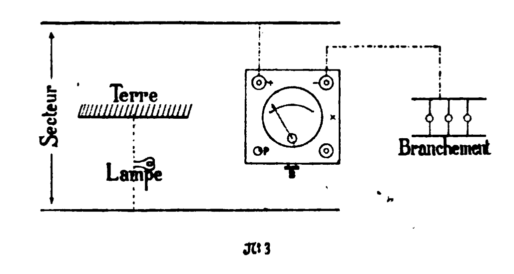


Fig. 3. — Schéma des connexions à effectuer d'après la nature des mesures.

Sous 550 volts, la résistance eût été $x = 5R + 4g$, c'est-à-dire cinq fois la lecture de l'appareil, plus quatre fois la résistance de l'ohmmètre. Pour éviter ce calcul, l'ohmmètre peut être établi pour mesurer directement sous une tension quelconque de réseau.

Mesure au moyen du secteur. — On peut mesurer l'isolement d'un branchement au moyen du secteur, en se servant de la graduation inférieure établie pour la tension correspondante. Après avoir cherché, par la méthode précédente, lequel des deux pôles du réseau est le plus mal isolé du sol, on met ce pôle à terre par l'intermédiaire d'une lampe (schéma n° 3), il suffit de relier le pôle isolé au branchement par les bornes de l'ohmmètre préalablement taré, pour lire directement l'isolement de l'installation.

Mesure d'une ligne en charge sur courants alternatifs. — Enfin l'ohmmètre n'étant sensible qu'à l'action du courant continu, on mesure directement l'isolement d'une ligne en charge sur courants alternatifs en alimentant l'ohmmètre par du courant continu, de tension voisine à celle de service. Dans le cas de l'ohmmètre à piles, on utilise une source extérieure (schéma n° 2) et dans celui

de l'ohmmètre à magnéto, on utilise le plus généralement la magnéto elle-même (schéma n° 1).

L'ohmmètre compensé à cadran se construit aussi pour la mesure des faibles résistances.

Dans ce cas le galvanomètre employé a une résistance intérieure très faible et la source est constituée par un



Fig. 1.

seul élément d'accumulateur ou une pile de faible résistance intérieure.

Cet ohmmètre qui peut mesurer de 0,01 à 1,5 ou 10 ohms, présente un intérêt particulier pour la mesure rapide et industrielle des résistances faibles, ne pouvant pas supporter un courant intense, tel est le cas des amorces électriques, des fils de faible longueur et de faible section, à coefficient de température élevé, les baguettes de charbon, etc.

Le courant maximum susceptible de traverser la résistance à mesurer ne peut pas excéder 50 milliampères, alors qu'un courant de 1 à 5 ampères est nécessaire pour les ponts doubles de Thomson industriels, malgré l'emploi de galvanomètres sensibles. A. Z.

LOCOMOTIVE DE MANŒUVRE

A MOTEUR THERMIQUE ÉLECTRO-TAMPONNÉ

SYSTÈME HENRI PIEPER

La *Compagnie Internationale d'Électricite* vient de créer un type de locomotive de manœuvre pour chemins de fer, caractérisé par l'emploi d'un moteur thermique électro-tamponné, d'après le système de son administrateur délégué, M. Henri Pieper.

La propulsion de cette locomotive est obtenue par un groupe électrogène composé d'un moteur à essence attaquant directement une dynamo, lequel groupe travaille en parallèle avee une batterie-tampon, l'ensemble constituant ce que nous avons appelé un *moteur thermique électro-tamponné*.

Une rapide étude va permettre de se rendre compte des nécessités que comporte le but poursuivi et des moyens employés pour l'atteindre.

Les locomotives actuelles peuvent, d'une manière presque absolue, se diviser en deux classes : les locomotives à vapeur et les locomotives électriques.

Les locomotives à *vapeur*, universellement employées, et aujourd'hui rendues bien près de leur dernier perfectionnement, ont l'adhérence et le coup de collier nécessaires à la traction sur rails de lourds convois, mais présentent, par contre, de multiples inconvénients : nécessité d'une mise en pression préalable; consommation continue de combustible, même pour un service très intermittent; surveillance ininterrompue depuis l'heure de l'allumage jusqu'à l'extinction des feux; entretien très élevé.

Ces inconvénients qui, pour un trajet régulier, peuvent être considérablement réduits par un service bien réglé, entrent sérieusement en ligne de compte lorsqu'il s'agit d'une locomotive de manœuvre.

Les locomotives *électriques*, actuellement très étudiées, répondent à beaucoup d'exigences de la traction; elles nécessitent, toutefois, une station centrale à proximité, et ne peuvent rouler que sur des lignes possédant un réseau aérien ou souterrain pour l'amenée du courant et dont les rails ont la conductibilité électrique suffisante.

Pour mémoire, les locomotives à *accumulateurs* ont un rayon d'action trop peu étendu et un entretien trop considérable pour faire un service régulier dans de bonnes conditions. Il n'existe donc pas de locomotive électrique autonome prête à rouler sur n'importe quelle voie.

La locomotive que présente la Compagnie Internationale d'Électricité peut supprimer tous ces inconvénients ou difficultés, aussi bien pour les locomotives à vapeur que pour les locomotives électriques.

Description. — L'organe moteur est un groupe électrogène composé d'un moteur à essence de 22 poncelets, accouplé directement à une dynamo hermétique d'une puissance sensiblement égale (20 kilowatts).

On sait l'importance que prennent de plus en plus les moteurs à combustion interne comme organes transformateurs d'énergie; leur rendement thermique est, en effet, considérablement plus élevé que celui des meilleures machines à vapeur. Cependant, pour la traction, ces moteurs employés seuls sont insuffisants pour les raisons suivantes : *a*, nécessité d'une mise en marche préalable; *b*, constance pratique du couple à toutes les allures.

Comme conséquences, les démarrages sont insuffisants, la variation de vitesse difficile, et il est impossible de proportionner la dépense de combustible au travail à accomplir. C'est ce qui explique l'échec presque complet

de tous les tracteurs sur rails avec moteurs à explosion employés seuls.

Le groupe électrogène mixte pressenti, il y a dix ans, par M. H. Pieper et étudié depuis par lui dans les meilleures conditions de réalisation, est devenu, dans les ateliers de la Compagnie Internationale d'Électricité, un organe classique de transformation d'énergie. Il joint, en effet, à l'instantanéité d'action et à la souplesse d'un moteur électrique, le coup de collier et l'autonomie d'une machine à vapeur.

. La locomotive est à deux essieux moteurs ; les quatre roues sont conjuguées à une transmission médiane par des bielles d'accouplement décalées de 90 degrés. Cette transmission médiane recevant l'effort du groupe électrogène par une série de réductions convenables, l'ensemble se comporte comme si la locomotive possédait deux essieux moteurs indépendants. La particularité la plus heureuse de cette locomotive réside dans le dispositif du changement de marche sans embrayage et le freinage électro-magnétique.

L'arbre du groupe électrogène entraîne, par l'intermédiaire d'un pignon, deux autres pignons coniques, montés fous sur l'arbre principal de transmission du mouvement aux roues.

Chacun des pignons forme culasse magnétique à bobine unique, recevant le courant par des frotteurs; ces culasses sont susceptibles d'attirer très fortement les armatures calées avec un léger glissement longitudinal sur l'arbre.

On comprend très bien que les pignons tournant continuellement en sens contraire par le fait même du mouvement du moteur, l'excitation de l'une ou l'autre des bobines rendra solidaire de la transmission l'une ou l'autre des armatures et, par suite, produira la propulsion de la locomotive en avant ou en arrière.

Cet embrayage peut être aussi gradué que possible, grâce à un jeu de résistances spéciales réglant progressivement l'aimantation des culasses. La non-excitation des deux bobines produit le débrayage complet et permet de laisser tourner le groupe à l'arrêt en charge sur la batterie.

Des culasses magnétiques analogues aux culasses d'embrayage, mais fixées rigidement au bâti, sont placées symétriquement en face des armatures. L'excitation graduée de ces culasses produit un freinage aussi progressif qu'on le désire et aussi énergique qu'il est nécessaire. Le débloquage est instantané.

La puissance dépensée dans les bobines d'embrayage et de freinage est insignifiant, eu égard à la puissance motrice.

Toutes les manœuvres, démarrage du groupe, embrayage progressif en avant ou en arrière, variation de vitesse et freinage, sont obtenues par le mouvement d'un seul levier, actionnant un appareil de mise en marche étudié spécialement.

Un seul homme, même non exercé, sera immédiatement capable de conduire la locomotive et même de récupérer à son insu, sous forme de charge de la batterie, toute la puissance vive d'une rame de voitures qui diminue de vitesse. Cette récupération est un des importants avantages du système; les variations de vitesse se faisant uniquement sur l'excitation de la dynamo, cette dernière passe de moteur à génératrice aussitôt qu'on veut produire un ralentissement dans le mouvemnnt de la rame de voitures.

Un carburateur à réglage électro-magnétique très précis, identique à celui employé sur les voitures, proportionne exactement le combustible fourni au moteur à explosion à la puissance qu'il doit développer.

Cet appareil permet de maintenir la batterie en son état de charge normal, sans aucune espèce d'attention de la part du mécanien, et aussi de limiter le courant de charge au maximum compatible avec le bon entretien de la batterie.

La batterie-tampon « Tudor » a été étudiée pour pouvoir, le cas échéant, fournir toute sa capacité en un temps relativement très court, permettant ainsi un coup de collier énergique ou une surcharge momentanée de la locomotive sans aucun inconvénient.

La locomotive mixte de la Compagnie Internationale d'Électricité résout le problème multiple de la mise en marche automatique, du démarrage en charge, de la graduation de vitesse, de la récupération d'énergie, du freinage progressif, d'un tracteur sur rail, recevant directement sa puissance d'un moteur thermique à couple pratiquement constant, ou peu décroissant avec la vitesse angulaire. C. V.

LES NOUVELLES MAGNÉTOS D'ALLUMAGE

A LA HUITIÈME EXPOSITION DE L'AUTOMOBILE, DU CYCLE ET DES SPORTS

L'emploi des magnétos va se généralisant de plus en plus pour les moteurs d'automobiles; aussi à la dernière exposition du Grand Palais en voyait-on sur presque toutes les voitures [1]. A côté des types bien connus que nous avons décrits ici même [2] et sur lesquels nous ne reviendrons pas, on trouvait de nouveaux spécimens témoignant comme toujours beaucoup d'ingéniosité de la

[1] Le tableau suivant permet une comparaison intéressante. car il indique la proportion des divers systèmes d'allumage sur 100 voitures pendant ces quatre dernières années.

SYSTÈMES D'ALLUMAGE.	1902.	1903.	1904.	1905.
Magnétos à rupteurs	22	22	26	39
Magnétos à bougies.	»	6	25	45
Magnétos à bougies BT	»	»	»	5
Accumulateurs ou piles.	78	72	51	11

[2] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 516, du 25 février 1905, p. 84.

part des constructeurs; nous en retiendrons trois qui se signalent par des dispositions assez originales.

1° *Magnéto Nieuport.* — Cette machine, qui fonctionnait au fond d'une cuve pleine d'eau, hermétique par conséquent, est à basse tension et, bien que basée sur le même principe que les autres, paraît s'en distinguer par les procédés différents suivant lesquels elle a été conçue et construite.

En premier lieu toutes les pièces ont été rendues interchangeables, les aimants en acier Bœhler sont logés dans un carter en cuivre, maintenus à l'aide de simples vis de pression (fig. 1); ce montage ne réclame aucune précision et des aimants quelconques d'une dimension voisine peuvent être fixés de la même façon. Ce procédé ne nécessite pas le perçage des aimants, opération quelque peu coûteuse nuisible à leur permanence et à leur interchangeabilité.

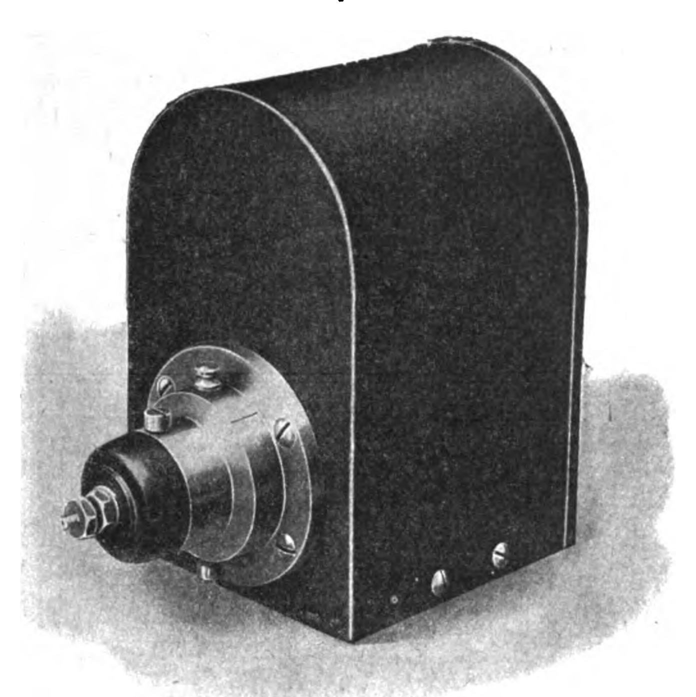


Fig. 1. — Vue d'ensemble de la magnéto Nieuport.

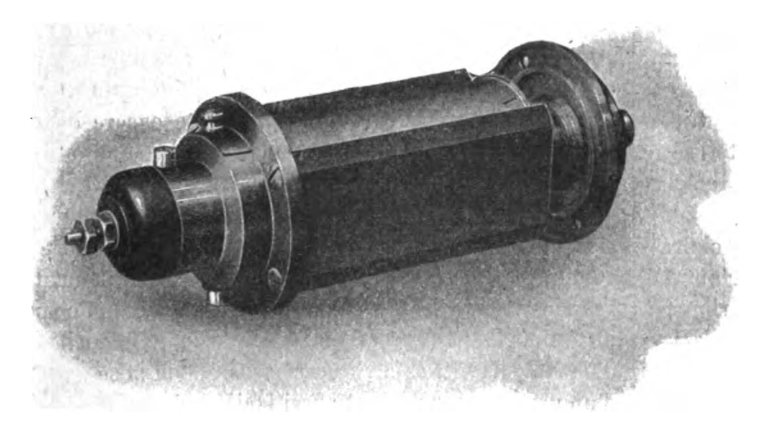


Fig. 2. — Induit de la magnéto Nieuport monté dans ses pièces polaires.

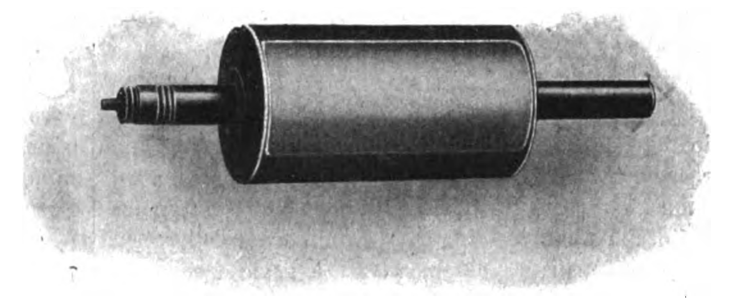


Fig. 3. — Induit démonté de la magnéto Nieuport.

Dans la magnéto Nieuport les masses polaires ne sont pas solidaires des aimants mais fixées sur deux joues tournées portant les paliers de l'induit et la borne de prise de courant. Par suite de cette disposition l'entrefer ne dépend plus que d'une opération de tour.

Les masses polaires (fig. 2) ainsi groupées et fixées sur l'une des joues porte-palier sont introduites à leur place entre les aimants où elles entrent légèrement à force, grâce à l'élasticité propre de ceux-ci; elles y sont ensuite définitivement fixées par l'application de l'autre joue et par l'action des mêmes vis de pression servant à fixer les aimants au fond du carter, et tendent en même temps à resserrer ceux-ci sur les masses polaires.

L'induit (fig. 3) présente également une série de particularités sur lesquelles il serait trop long de nous étendre; nous dirons cependant que sa disposition a donné un plus grand espace pour le bobinage, et permis de loger un plus grand nombre de spires; on a pu obtenir une tension beaucoup plus élevée que celles généralement réalisées jusqu'ici au moment de la mise en marche. Cet induit permet de plus, par sa forme, d'enfermer complètement l'enroulement au moyen de deux feuilles de cuivre facilement soudées contre les parois du noyau. Cette particularité est des plus importantes, car l'humidité, la poussière, l'huile, qui parviennent toujours facilement à pénétrer jusqu'à l'induit, favorisées encore par le mouvement rapide de celui-ci, la force centrifuge et l'attraction magnétique, tendant à faire frotter les fils l'un contre l'autre, finissent toujours, au bout d'un temps relativement court, par devenir une cause de non-fonctionnement de la magnéto.

Le carter, rendu facilement complètement étanche par

l'application du socle et les deux joues porte-paliers, protège d'une façon efficace une partie des organes et notamment les parois de l'entrefer, qui sont ainsi à l'abri de la rouille, cause fréquente de mauvais fonctionnement.

Magnéto Gianoli. — On sait que le principal inconvénient des magnétos à basse tension est de nécessiter un organe mécanique en mouvement dans le cylindre, aussi beaucoup de constructeurs préfèrent-ils les magnétos à étincelle directe. Mais tandis qu'il est relativement facile de construire des magnétos à basse tension, il devient beaucoup plus difficile d'isoler convenablement des enroulements constamment en mouvement pour des tensions de plusieurs milliers de volts qui dépassent souvent celles de nos plus puissants alternateurs. Il y a plus encore, on sait la peine qu'ont souvent les automobilistes à mettre leur moteur en route; cette mise en marche si pénible à la main va laisser la place bientôt aux démarreurs mécaniques mis au concours par l'Automobile-Club de France. Pour que le départ se fasse sûrement, il faut qu'il y ait allumage, et comme à ce moment la magnéto tourne lentement, le constructeur doit prévoir sa machine pour avoir tout de même une étincelle suffisante lorsque le moteur tourne à faible allure. Si donc on établit un enroulement capable de donner une étincelle à la bougie à une vitesse angulaire de l'induit de 100 tours par minute, on devine ce que doit être la force électromotrice lorsque le moteur s'emballe et tourne à plus de 1000 tours par minute.

Il faut alors prévoir des isolements incompatibles avec les dimensions trop petites de l'induit ou établir des limiteurs de tension, vraies soupapes de sûreté du circuit électrique.

Dans la magnéto Gianoli le problème de la marche à toutes les allures, est résolu d'une façon assez élégante.

M. Gianoli remplace le rupteur mécanique fixé généralement à demeure sur les parties fixes de la magnéto par un appareil plus petit porté par l'induit et entraîné avec

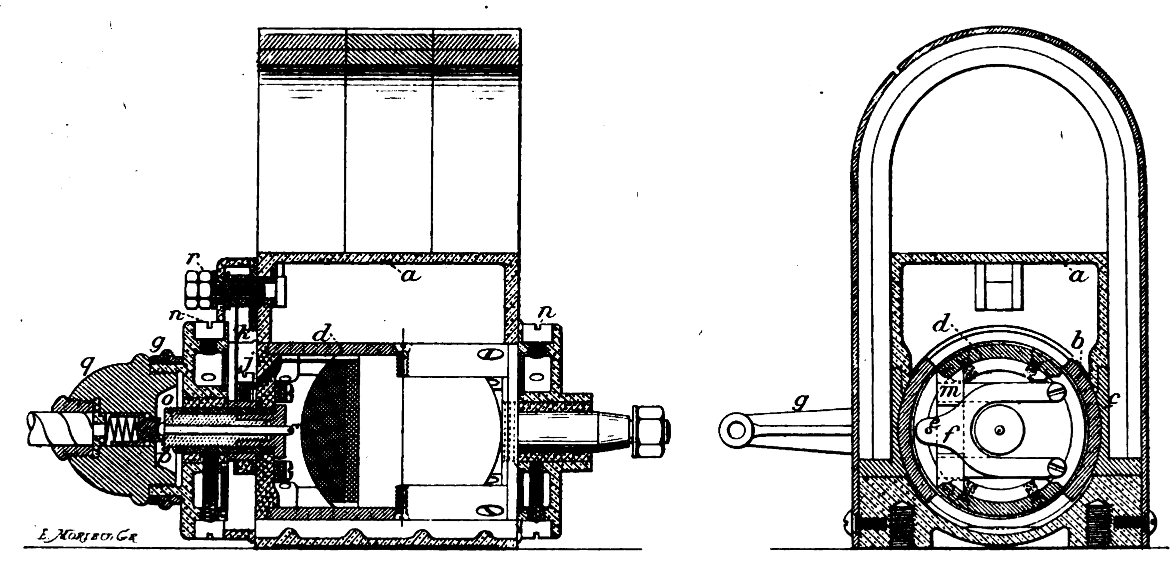


Fig. 1. — Coupes longitudinale et transversale de la magnéto Gianoli.

lui. Ce rupteur est actionné d'une façon purement automatique par les variations de flux dont l'induit est le siège. Ainsi que le représente la figure 4, il est composé d'une lame de fer doux *f*, portée par deux lames de ressort *m*, cette lame de fer doux placée à quelques millimètres en regard des becs polaires *d* de l'induit se trouve attirée par ceux-ci au moment où la force magnétisante créée par le courant développé dans l'enroulement inducteur est suffisante pour vaincre la traction des ressorts antagonistes; dans son déplacement vers les becs polaires cette lame vient frapper sur une autre lame portant un fort grain de platine *e* lequel établit le circuit primaire par l'intermédiaire de la vis platinée; le circuit se trouve rompu violemment par le choc, d'où fonctionnement de l'induit et production de l'étincelle.

Il résulte de ce montage : 1° Une rupture du primaire toujours brusque à n'importe quelle vitesse, donc bonne étincelle. 2° Le rupteur permet d'obtenir dans la même phase plusieurs étincelles pour la raison suivante : la lame de fer doux se trouve attirée toujours pour une même force magnétisante, il en résulte qu'avant d'avoir atteint l'induction maxima la lame fonctionne une première fois provoquant une étincelle, le circuit se rétablit aussitôt puisque l'induit se trouve encore dans la phase favorable d'où une nouvelle induction et une deuxième étincelle, puis une troisième, etc.... Ceci bien entendu aux faibles allures, car la vitesse angulaire croissant, l'inertie de la lame se fait sentir davantage et, comme la fréquence augmente, il en résulte qu'aux très grandes vitesses il n'y a plus qu'un seul fonctionnement du trembleur. Le fait de produire plusieurs étincelles est d'une importance capitale en ce sens que la mise en route d'un gros moteur devient aussi facile qu'avec une bobine à vibreurs.

Enfin, agissant toujours pour la même force magnétisante, le rupteur devient un régulateur de la force

électromotrice, par conséquent celle-ci ne peut plus atteindre une valeur exagérée comme dans les autres systèmes, les enroulements et isolants se trouvent donc protégés par le fonctionnement du rupteur.

Une autre particularité de cette magnéto est le dispositif d'avance à l'allumage constitué par deux mâchoires mobiles *b*, une manette *g* peut faire déplacer celle-ci, et en même temps le champ magnétique; or, l'induit fonctionnant toujours pour une position donnée par rapport aux mâchoires, le point de production de l'étincelle subit la même variation que celle-ci, sans que l'étincelle soit altérée; l'avance à l'allumage est donc bien réelle et peut varier de 40°.

Les aimants ne sont pas percés, ce qui augmente non seulement leur valeur mais encore leur durée; ils sont fixés à l'aide de brides en laiton.

La prise de courant *o*, *p* se fait très simplement à l'aide d'un grain d'acier poussé par un ressort, le tout enfermé dans un bloc isolant *q* qui se visse sur le palier avant.

Magnéto Breguet. — Rompant avec le système classique des aimants en fer à cheval et de l'induit à navette ou à double T, la magnéto de M. de Saint-Romain, construite par la maison Breguet, est une machine multipolaire. Elle présente en effet 4 pôles produits par une couronne d'aimants permanents (fig. 5).

L'induit est une simple bobine cylindrique avec deux enroulements : primaire et secondaire. La rupture du courant dans le premier en temps opportun entraîne la production d'un courant de haute tension dans le second.

Cette bobine est enchâssée et solidement maintenue en

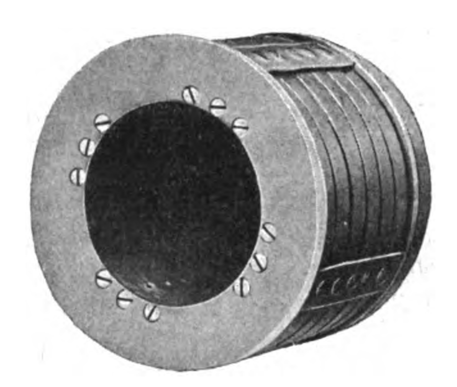


Fig. 5. — Couronne d'aimants de la magnéto Breguet.

même temps dans une armature en fer feuilleté B au noyau central de laquelle s'adaptent des tourillons.

Bobine et armature forment un cylindre compact dans lequel les enroulements sont hermétiquement arrêtés. L'ensemble en se déplaçant en présence des 4 pôles détermine 4 émissions de courant haute tension par tour.

L'armature roule dans des paliers à billes rapportés sur les carters fixes qui forment, en même temps, boîte

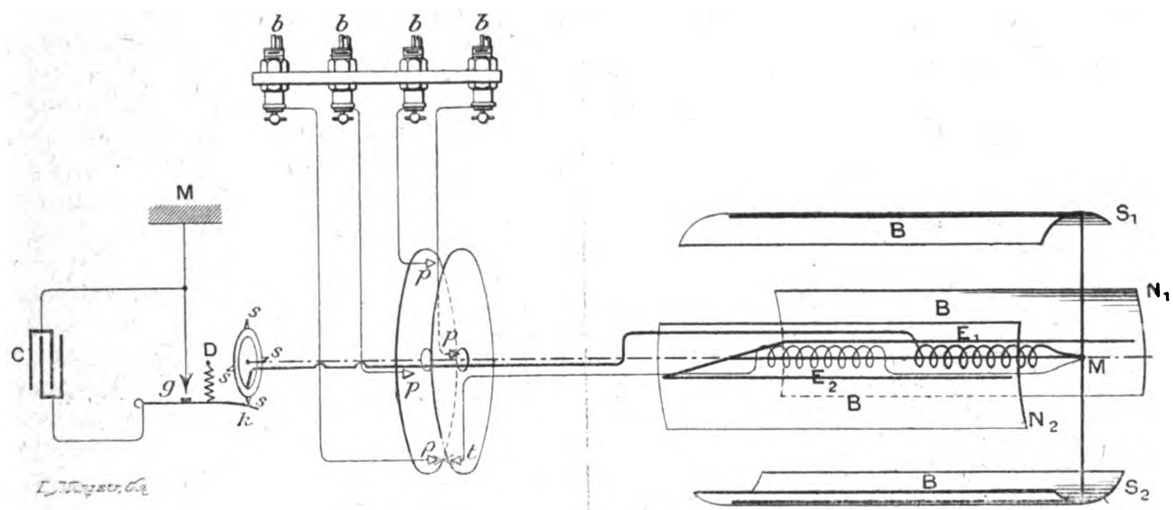


Fig. 6. — Schéma de la magnéto Breguet.

pour le montage de la couronne d'aimants. Celle-ci, dans un but qu'on verra plus tard, peut recevoir un déplacement angulaire à l'intérieur des carters. La couronne d'aimants reçoit encore latéralement un plateau isolant qui supporte les plots auxquels sont fixés les fils des bougies.

La magnéto est commandée à demi-vitesse de celle du moteur et peut être entraînée à volonté, soit par l'arbre des cames, soit par une chaîne Galle.

Fonctionnement. — Pendant la marche la bobine primaire E_1 à gros fil se trouve traversée par un flux alternatif provenant de la fermeture du circuit magnétique par les pièces polaires B. Chaque fois que l'intensité du courant dans cet enroulement est maxima, le circuit est brusquement coupé en *g* par le rupteur *k* que manœuvre la roue à came *s*, il en résulte un courant induit dans le secondaire E_2. La haute tension, engendrée dans l'enroulement E_2 de la bobine (fig. 6), en relation d'une part avec la masse en M aboutit à une touche isolée *t*, disposée sur l'une des bases du cylindre de l'armature.

Pendant le mouvement de celle-ci, cette touche vient se présenter successivement en regard des plots *p*, auxquels sont attachés les fils des bougies *b*; le courant passe de l'une à l'autre en sautant le petit intervalle d'air

très faible (0,5 mm au plus) qui les sépare, puis se rend à la bougie.

Les avantages que les constructeurs de cet appareil revendiquent sont multiples, d'abord les enroulements constitués par des bobines cylindriques sont simples et ne supportent en aucun point d'efforts mécaniques susceptibles de les endommager.

Ensuite la forme compacte de l'armature protège complètement les enroulements dont aucune partie, même durant le démontage, n'est apparente.

Le collecteur à cames et le doigt de rupture du circuit primaire sont en acier cémenté et trempé : les contacts interrupteurs du primaire sont pourvus de grains en platine iridié; un condensateur C dérivé sur ceux-ci atténue en outre les effets de l'étincelle. Aucune usure de ces organes n'est à craindre et la visite des grains de platine est des plus faciles, car il suffit de dévisser le bouchon fileté qui porte le grain pour l'extraire de la machine.

La disposition simple des pièces mobiles a permis de munir la machine de paliers à billes, d'où roulement très doux, aucun épanchement extérieur de matière lubrifiante, si nuisible en général au bon fonctionnement des magnétos, n'étant à craindre.

La suppression de tout frotteur dans le circuit à haute tension permet de ne redouter aucun encrassement, car maintes fois les chauffeurs ont dû subir des désagréments du fait de la goutte de graisse ou de la traînée de charbon étalés sur le contact délicat.

Bien plus, la présence d'un intervalle d'air minime supplémentaire sur le circuit haute tension entraîne le renforcement de l'étincelle principale par suite d'un curieux phénomène de disruption, que nous avons indiqué autrefois.

La construction si simple de la bobine secondaire permet aussi de réaliser l'isolation avec la même sécurité que pour une bobine Ruhmkorff et, par suite, la suppression du parafoudre, ce qui n'est pas un avantage négligeable.

Le parafoudre, en effet, a pour rôle, si la pointe de la bougie se casse, d'assurer un passage dérivé à l'étincelle, sinon celle-ci doit éclater à tout prix, fût-ce au cœur de l'enroulement. frappant de mort la magnéto dans sa partie vive.

Le parafoudre opère donc et offre passage à l'étincelle, mais en faisant la part du feu bien souvent au détriment du reste.

La magnéto Breguet permet encore d'enflammer le mélange explosif au premier tour de manivelle, et cela sans effort.

Le procédé est simple : l'arbre reçoit à poste fixe une traverse ou « toc » et en même temps un plateau fou qui porte le pignon de commande. Entre le plateau et le toc, la liaison est assurée par un fort ressort. D'autre part, le bâti de la machine est pourvu d'un levier pouvant être manœuvré à distance et dont une gâchette peut être introduite en avant du toc pour l'arrêter momentanément. On a ainsi toutes les pièces d'une détente. Lorsqu'on veut lancer le moteur, on immobilise d'abord le toc, puis l'on tourne lentement la manivelle; le ressort se trouve alors comprimé. A un moment donné, la pression de celui-ci surmonte la résistance offerte par la

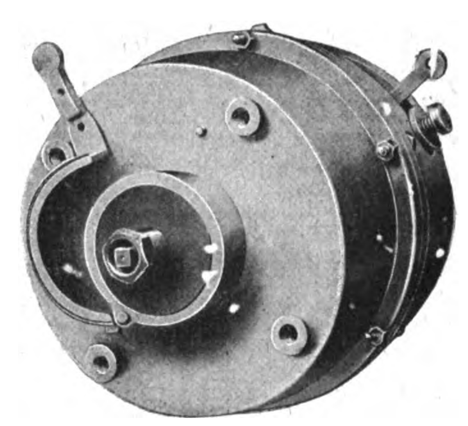


Fig. 7. — Vue d'arrière de la magnéto Breguet montrant le dispositif de mise en marche.

gâchette et, sous cette poussée, l'armature se trouve lancée violemment, d'où production de l'étincelle désirée.

En marche normale, le levier de détente est dégagé.

L'avance à l'allumage est une grande ressource pour le fonctionnement des moteurs à explosion auxquels elle permet une grande élasticité dans les allures. Pour la réaliser, il faut que la magnéto donne ses étincelles en concordance avec les phases correspondantes du moteur, quelle que soit l'avance choisie.

Dans la magnéto Breguet, grâce à un mouvement de rotation donné simultanément au doigt de rupture du primaire et à toute la couronne d'aimants dans le carter qui la supporte, l'étincelle conserve sa puissance et se produit toujours sous la même tension, quelle que soit l'avance à l'allumage choisie.

Comme on le voit, les dispositions originales de cette magnéto méritaient d'être signalées; il lui reste maintenant à recevoir la sanction de la pratique qui décidera de son avenir.

A. Soulier.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

L'éclairage des trains par l'électricité. — Il paraîtrait que sur le chemin de fer du Great Western, M. Leitner, directeur de la Compagnie *Accumulator Industries*, a récemment fait des essais intéressants en vue de l'éclairage des wagons. Avec l'approbation de l'administration de ce chemin de fer, on s'est décidé à faire l'essai sur le train rapide qui va de Londres à Penzance. On choisit trois wagons sur lesquels l'appareil d'éclairage fermé et scellé par la Compagnie du chemin de fer et la Compagnie des accumulateurs fut installé de telle manière

que le nettoyage, le graissage, et tout autre entretien fussent rendus impossible sans rompre les scellés.

L'installation de chaque wagon comprenait 12 lampes à osmium de 10 bougies dans 3 voitures de première classe, dix lampes à filament de charbon de 12 bougies dans 5 compartiments de troisième classe et 8 lampes à filament de carbone de 8 bougies dans un wagon mixte, représentant en tout 304 bougies. Les lampes à osmium consommaient de 1,7 à 2 watts par bougie, et les lampes à filament de carbone ont consommé 3,5 watts par bougie. La batterie, donnant 23 volts, avait une capacité de 180 ampères-heures, la dynamo étant de 2,5 kilowatts. Cette épreuve qui a duré trois mois vient de se terminer à Penzance, il y a à peine quelques jours, avec un succès remarquable. On a examiné le train à Paddington, la gare terminus de Londres, lorsqu'il y fut revenu. Les appareils d'équipement avaient encore les scellés intacts et le voltmètre indiquait encore une tension normale, de même que les lampes donnaient une lumière douce et brillante. Il n'y avait aucun signe de dérangement dans l'ensemble quoiqu'on ne l'eût pas touché de douze semaines. Le wagon avait effectué plus de 40 000 km.

Le coût de l'éclairage de ces trois wagons pendant les essais a été limité à l'intérêt et à la dépréciation du capital engagé et à une très petite proportion de charbon brûlé, en plus de celui nécessaire à la traction, la dynamo ne donnant que 1,3 kw, même quand elle fonctionne à pleine charge, et son rendement étant de 70 à 78 pour 100.

On a trouvé qu'il y avait assez d'huile dans les paliers d'huile pour marcher encore trois mois. Les balais en charbon étaient à peine usés également, et ils auraient pu durer encore neuf mois. Les batteries étaient pleinement chargées, l'acide marquait au densimètre de 1,22 qui était le chiffre normal. L'interrupteur automatique fonctionnait également très bien.

Une ligne téléphonique à longue distance. — Il est possible que l'année prochaine on établisse une communication téléphonique entre Londres et New-York. L'administration des postes de Grande-Bretagne a déjà fait des essais avec l'idée de perfectionner la téléphonie à longue distance, et avec l'aide de bobines d'induction disposées sur les câbles téléphoniques à certains intervalles, on a pu communiquer avec plus de facilité et sur une bien plus grande distance qu'actuellement. On espère bientôt construire une ligne sous-marine spéciale, équipée de bobines d'induction d'un diamètre si petit qu'on pourra les placer dans l'armature protectrice d'un câble transatlantique et faciliter ainsi la communication téléphonique entre les capitales des deux mondes.

Les principes sur lesquels ce système est basé ont été indiqués, il y a bien des années, par Oliver Heavyside, mais c'est le professeur Pupin, un Américain, qui l'a mis en pratique sur les lignes terrestres. Seulement récemment M. le professeur Pupin lui-même a fait des essais en vue de parler à travers un câble téléphonique posé dans le fond de l'Océan Atlantique, mais M. Kempe, ingénieur de l'Administration des postes, pense que la construction d'une ligne téléphonique pour communiquer avec New-York présenterait des difficultés considérables.

Quoique, en théorie, ce soit possible, il fut d'avis que, au point de vue pratique, ces difficultés étaient trop grandes pour être surmontées. Elles sont d'ordre mécaniques, et non électriques, à cause de la grandeur des bobines d'induction, et il est douteux que l'on arrive à réduire les bobines suffisamment tout en ayant un bon fonctionnement.

Dans les câbles téléphoniques qui se trouvent entre l'Angleterre et la France aussi bien que l'Irlande, l'introduction de bobines d'induction avait combattu efficacement la capacité, mais il serait nécessaire d'avoir de plus grandes bobines pour que la conversation soit pratique aux distances encore plus grandes. La science, cependant, a fait de tels progrès maintenant, qu'on pourrait peut-être fabriquer et exploiter un nouveau type de câble sous-marin avec les bobines d'induction nécessaires.

Les batteries d'accumulateurs et leurs applications aux services publics. — Le 10 janvier, M. Crawter a lu devant une association d'ingénieurs une communication sur ce sujet. Il a montré que la tendance moderne dans la construction des batteries était le perfectionnement du type Planté, à cause des exigences de l'industrie dans l'emploi des batteries. C'est ainsi qu'on a besoin de décharges en une heure ou même moins. En choisissant une batterie pour un service public, il faut examiner le caractère de la charge, sa variation et sa durée. Dans la plupart des cas, la fonction de la batterie est de fournir du courant aux instants où la charge est trop faible pour être donnée avec économie par le plus petit des groupes électrogènes et servir comme réserve.

Lorsqu'il est question de fournir de la force motrice, il faut que la batterie puisse assurer la régularité de la tension, malgré les variations de charge; mais comme une variation de tension n'a lieu aux bornes des batteries que lorsque la charge varie et qu'elle ne se produit dans la batterie qu'à cause de sa résistance intérieure, il est essentiel que la batterie soit très grande, ou même mieux encore, qu'une batterie ordinaire soit aidée par un survolteur qui compenserait les variations de tension dues à la résistance intérieure de la batterie. L'auteur a montré combien il est inexact de penser qu'une batterie en parallèle avec une dynamo sans survolteur pourrait être chargée sans élever la tension de la dynamo. La pratique de charger une batterie lorsque les lampes sont allumées est extrêmement nuisible aux éléments extrêmes qui pourraient bien ainsi être surchargés; aussi le système avec survolteur était-il le meilleur, parce qu'ainsi les génératrices principales pourraient marcher toujours à une tension constante — celle de l'installation d'éclairage — que la batterie se charge ou qu'elle se décharge. Ce procédé est économique parce que les dyna-

mos peuvent charger la batterie pendant qu'elles alimentent directement les lampes. La recharge de la batterie en deux parties en parallèle est un très mauvais système, car les deux moitiés ne reçoivent pas de charges égales. Lorsqu'on installe deux batteries, elles devraient être chargées séparément, mais jamais en parallèle. Il faut aussi n'employer que de l'eau distillée pour remplir les batteries, la vapeur condensée des chaudières n'est pas à conseiller.

A cause de la variation de la capacité d'une batterie avec le régime de décharge, la quantité d'électricité relevée, pendant une période donnée, n'est pas une indication suffisante pour la recharge. Il est d'une bonne pratique de charger les éléments avec 10 pour 100 en plus et de leur donner une charge gazeuse d'une demi-heure une fois tous les quinze jours.

Il est encore mauvais de décharger deux batteries en parallèle, spécialement lorsque l'une était ancienne et l'autre nouvelle, car la charge ne se divise pas également et l'une ou l'autre des batteries serait fatalement surmenée. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 15 janvier 1906.

Expériences photographiques sur l'action des rayons N sur une étincelle oscillante. — Note de M. C. Gutton, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Sur la répartition des courants électriques dans un réseau. — Note de M. Révillion, présentée par M. Lippmann. — Dans tout réseau conducteur alimenté par des sources d'électricité, le double du travail de ces sources diminué de l'effet Joule total est maximum.

Soit un réseau conducteur quelconque, contenant les sources d'électricité de force électromotrice E_1, E_2, ... (E_k étant la somme algébrique des forces électromotrices de la branche k, comptées dans un sens déterminé). Soient r_1, r_2, ... les résistances; i_1, i_2, ... les intensités des branches 1, 2, ...

Il est à démontrer que les courants se répartissent de façon que

$$\Sigma(2E_k i_k - r_k i_k^2) \qquad (1)$$

soit maximum, en tenant compte naturellement des relations $\Sigma i_\alpha = 0$ pour chaque point de croisement, conformément à la première loi de Kirchhoff.

Différentions l'expression (1), nous aurons :

$$\Sigma(2E_k - 2r_k i_k)di_k. \qquad (2)$$

Établissons les équations qui rendent l'expression (1) maximum, c'est-à-dire (2) nulle.

Considérons pour cela dans le réseau un circuit fermé quelconque, par exemple le quadrilatère ABCD, et sur chacun de ses côtés un sens positif.

Les quatre relations $\Sigma i_\alpha = 0$ pour les points A, B, C, D permettent d'éliminer trois des variables i_α. Éliminons i_2, i_3, i_4 comme suit : de B nous tirons :

$$i_2 = i_1 + i_6 + i_7 = i_1 \pm ...,$$

de C :

$$i_3 = - i_2 + i_8 = - i_1 \pm ...,$$

de D :

$$i_4 = \quad i_3 - i_9 = - i_1 \pm ....$$

Les points remplacent des variables i_α pour $\alpha > 4$.

Cette élimination faite, tous les autres courants peuvent être considérés comme des variables indépendantes ou des fonctions des i_α pour lesquelles $\alpha > 4$.

Donc, dans l'expression

$$\Sigma(E_k - r_k i_k)di_k,$$

les seuls termes contenant, toute élimination faite, la différentielle di_1 sont les quatre premiers.

Ces termes sont :

$$\begin{aligned}(E_1 - r_1 i_1)di_1 &+ (E_2 - r_2 i_2)(\quad di_1 \pm ...)\\ &+ (E_3 - r_3 i_3)(- di_1 \pm ...)\\ &+ (E_4 - r_4 i_4)(- di_1 \pm ..).\end{aligned}$$

Les variables étant alors toutes indépendantes, le coefficient de di_1 doit être nul. Nous avons donc :

$$E_1 - r_1 i_1 + E_2 - r_2 i_2 - (E_3 - r_3 i_3) - (E_4 - r_4 i_4) = 0,$$

équation identique à celle fournie par la deuxième loi de Kirchhoff, appliquée au quadrilatère ABCD

$$\Sigma E_k = \Sigma r_k i_k.$$

Les coefficients des autres différentielles, égalés à zéro, donneraient des équations analogues.

La condition de maximum énoncée au début, équivalant aux équations de Kirchhoff, correspond à la répartition des courants.

On voit qu'il s'agit d'un maximum, et non pas d'un minimum, en appliquant la loi au courant fourni par une pile unique sur un circuit unique. Dans ce cas, en effet, $2Ei - ri^2$ est maximum.

BIBLIOGRAPHIE

De New-York à New-York par l'Exposition de Saint-Louis. — Rapport sur le Département de l'Électricité a ladite Exposition, par Holzschuch, Roux et Silva. — *Theuveny*, éditeur. Paris, 1905. — Format in-quarto carré; 700 pages; 800 figures.

Sous ce titre humoristique qui en rappelle d'autres antérieurs, on ne doit pas s'attendre à trouver dans ce volume autre chose qu'une vulgarisation pittoresque, agrémentée de nombreux hors-d'œuvre, de ce qu'ont vu en Amérique les trois auteurs susnommés, surpris sans doute de se trouver ensemble à pareille fête, heureux de leur qualification officielle de représentants de la France dans le jury de cette Exposition et ayant en somme de la peine à se regarder sans rire. Il ne pouvait guère, d'ailleurs, sortir autre chose d'une collaboration aussi dispa-

rate, un seul de ces trois augures ayant qualité pour juger des choses électriques, un autre n'ayant d'autre titre que celui de *décorateur* ambulant (en attendant mieux) et le troisième, complètement inconnu, n'étant là que comme bouche-trou, pour rappeler son maître, empêché, par ordre supérieur, d'aller aussi loin, peu tenté, malgré le comité Mascuraud, d'y aller après l'effondrement de son précédent protecteur Michel Lagrave et réservé pour les Expositions subséquentes de Liège et de Milan. Un seul lien les unissait, la commune espérance du ruban rouge, trop lent à arriver. Il fallait bien d'ailleurs tromper un peu, aux frais de la princesse, les ennuis du voyage et se créer, en même temps, un courant d'opinion favorable dans tous les milieux (surtout les moins techniques). De là le petit roman ou souvenir de voyage présenté sous une forme amusante, ou prétendue telle, orné de 800 figures pour ses 700 pages (plus d'une par page), dans lequel nos trois compères ont consigné leurs souvenirs de route et leurs impressions, décrit les beautés de l'Exposition et raconté leurs agréables pérégrinations en Amérique, en y joignant de ci de là, pour ne pas paraître trop oublier le but réel de leur mission, des renseignements statistiques toujours intéressants, surtout pour des gens qui, comme les Français, voyagent si peu. Ils ont cependant bien voulu s'occuper aussi de l'Exposition proprement dite et de l'étude des appareils que l'un au moins avait mission de voir pour les autres. La méthode adoptée par eux dans leur livre est le classement, non par maisons de construction, mais par groupements de machines et appareils similaires, ce qui facilite les recherches et études suivant le goût ou la spécialité de chacun et la comparaison des différents types exposés dans un même groupe. Les nouveautés ont surtout retenu leur attention, et, en somme, abstraction faite de leur prétention à l'œuvre littéraire et des hors-d'œuvre par lesquels elle se manifeste, ils ont fait un livre bien dans l'esprit du temps présent et à la vente duquel son caractère hybride et son prix pourront seuls nuire auprès des gens sérieux.

E. BOISTEL.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. JOSSE, *17, boulevard de la Madeleine, Paris.*

355 841. — **Fessenden.** — *Condensateur électrique* (3 juillet 1905).

355 945. — **Marconi's Wideless Telegraph C°.** — *Appareil pour la transformation de courants alternatifs en courant continu* (6 juillet 1905).

355 828. — **Zani.** — *Rotors pour machines à courant alternatif* (3 juillet 1905).

355 839. — **Kitsée.** — *Accumulateur* (3 juillet 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Omnium Lyonnais. — L'Assemblée générale ordinaire de cette Société s'est tenue à Lyon le 24 novembre dernier sous la présidence de M. Albert Chabert, président du Conseil d'administration.

Les résultats de l'exercice 1904-1905 ont laissé un bénéfice net de 656 019, 61 fr qui, joint aux 38 474,27 fr, a permis la distribution d'un dividende de 6 pour 100. Il faut noter que ce bénéfice n'a été arrêté qu'après attribution au fonds de prévoyance d'une somme de 1 150 000 fr.

Cette Société étant un trust constructeur, c'est par les résultats de ses filiales que l'on peut se rendre compte de la marche des opérations. Nous résumerons donc ces résultats dans les tableaux suivants :

Cannes (Réseau : 21 km).

Années.	Bénéfices nets d'exploitation.
1899	51 063,85 fr.
1900	92 371,87
1901	111 366,04
1902	125 295,57
1903	164 617,00
1904	181 232,41
1905 (neuf premiers mois)	146 932,61

Saint-Quentin (Réseau : 4,850 km).

1899	31 517,77 fr,
1900	24 793,04
1901	19 231,83
1902	39 005,78
1903	50 809,06
1904	36 683,79
1905 (neuf premiers mois)	31 300,54

Fontainebleau (Réseau : 5,400 km).

1899	30 019,08 fr.
1900	41 036,41
1901	42 005,62
1902	44 880,89
1903	58 149,54
1904	66 873,10
1905 (neuf premiers mois)	55 689,76

Bourges (Réseau : 8,800 km).

1899	50 820,07 fr.
1900	47 925,94
1901	53 278,52
1902	50 750,08
1903	42 948,00
1904	42 867,05
1905 (neuf premiers mois)	37 215,14

Poitiers (Réseau : 6 km).

1899	3 781,55 fr.
1900	25 310,68
1901	31 165,80
1902	31 921,72
1903	50 205,22
1904	56 499,43
1905 (neuf premiers mois)	45 341,94

Troyes (Réseau : 11,519 km).

1899	16 744,78 fr.
1900	54 928,17
1901	55 905,00
1902	60 645,90
1903	67 102,77
1904	77 069,11
1905 (neuf premiers mois)	66 932,04

Pau (Réseau : 6,900 km).

1900	8 446,11 fr.
1901	55 627,01
1902	50 554,65
1903	51 465,86
1904	51 191,78
1905 (neuf premiers mois)	41 706,57

Cette (Réseau : 8,650 km).

1901	37 968,32 fr.
1902	26 238,45
1903	27 377,80
1904	29 315,25
1905 (neuf premiers mois)	24 023,90

Armentières (Réseau . 7 km).

1901	4 610,70 fr.
1902	1 763,68
1903	9 951,74
1904	16 604,61
1905 (neuf premiers mois)	13 594,56

Avignon (Réseau : 18,764 km).

1902	37 491,13 fr.
1903	61 856,76
1904	64 551,01
1905 (neuf premires mois)	50 221,33

Clermont-Ferrand (Réseau : 8,310 km).

1900	130 958,10 fr.
1901	146 587,05
1902	175 929,52
1903	205 763,88
1904	223 085,58
1905 (neuf premiers mois)	204 087,61

En ce qui concerne la Compagnie des chemins de fer à voie étroite de Saint-Étienne, Firminy-Rive de Gier et extension (réseau de 38,422 km), l'Omnium Lyonnais n'avait encore pu commencer les travaux de transformation électrique et de construction des lignes nouvelles, le décret de concession n'ayant été rendu qu'après le premier semestre de 1905.

Ces travaux comportent 27 km de lignes nouvelles à construire, tant électriques qu'à vapeur, et 20 km de lignes à vapeur à transformer en traction électrique.

Une importante partie de ces travaux pourra être exécutée pendant l'exercice en cours.

Au sujet des chemins de fer sur routes d'Algérie, l'Omnium Lyonnais, comme on le sait, en a pris la direction au 1er janvier 1904. Les bénéfices nets d'exploitation se sont élevés pendant l'année 1904 à 496 545,84 fr contre 425 392,55 fr en 1903.

L'exécution d'un programme important de travaux destinés à améliorer les conditions d'exploitation est en cours et le Conseil en escompte de bons résultats.

Enfin le chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris est en voie de réalisation. Dès le 16 mai 1905, la Société destinée à la construction et à l'exploitation de la ligne augmentait son capital et le portait de 2 à 30 millions de francs.

La direction de la Société était aussitôt confiée à M. Bechmann, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, directeur des Eaux et de l'Assainissement de la Ville de Paris, qui a établi, dès son entrée en fonctions, les projets d'exécution pouvant être entrepris cet hiver.

La situation financière de l'Omnium Lyonnais s'établit comme suit :

BILAN AU 30 JUIN 1905

Actif.

Caisse et banques	3 063 430,62 fr.
Coupons à encaisser	64 936,15
Débiteurs divers	190 893,63
Avances aux filiales	1 788 001,00
Portefeuille :	
Titres des filiales	4 383 720,00
A reporter	9 490 981,40 fr.
Report	9 490 981,40 fr.
Titres divers, actions	2 135 218,13
— obligations	2 225 434,20
Frais d'études	78 199,17
Usine à Arudy	1,00
Marchandises à Arudy	1,00
Premier établissement	1,00
Brevets	1,00
Mobilier	1,00
Total	13 929 837,90 fr.

Passif.

Capital	10 000 000,00 fr.
Créanciers divers	1 476 548,54
Coupons Omnium lyonnais	11 792,58
Réserve légale	46 761,80
Fonds de prévoyance (30 juin 1904)	550 241,10
Augmentation en 1904-1905	1 150 000,00
Profits et pertes :	
Bénéfice net 1904-1905	656 019,61
Report exercice précédent	38 474,27
Total	13 929 837,90 fr.

En fin de séance le Conseil proposa les résolutions suivantes qui furent adoptées :

Première résolution. — L'Assemblée générale, après avoir entendu la lecture du rapport du Conseil d'administration et de celui des commissaires des comptes, approuve lesdits rapports avec toutes les propositions qui en sont la conséquence.

Deuxième résolution. — L'Assemblée générale approuve le bilan et les comptes arrêtés au 30 juin 1905, tels qu'ils viennent d'être présentés et arrête en conséquence :

A la somme de	656 019,61 fr.
le solde créditeur du compte profits et pertes 1904-1905, auquel il convient d'ajouter le report à nouveau de l'exercice précédent	38 474,27
Soit au total	694 493,88 fr.

Cette somme sera répartie comme suit :

5 pour 100 à la réserve légale sur 656019,61 fr, soit	32 800,98 fr.
6 pour 100 brut aux 100000 actions	600 000,00
Report à nouveau	61 292,90

Le dividende de 6 fr sera payé sous déduction des impôts de finance, à partir du 6 décembre 1905.

Troisième résolution. — L'Assemblée générale nomme M. Maurice Piaton, et M. le comte Fernand Benedetti, administrateurs de la Société pour une nouvelle période de six années.

Quatrième résolution. — L'Assemblée générale fixe à 6000 fr par an et par administrateur le montant des jetons de présence prévus par l'article 30 des statuts.

Cette allocation remplacera à partir du 1er juillet 1905, celle votée par l'Assemblée générale du 29 septembre 1898.

Cinquième résolution. — L'Assemblée générale nomme Commissaires des comptes pour l'exercice 1905-1906, MM. Levandowski et Z. Cornu, et fixe à 500 fr la rémunération de chacun d'eux.

Sixième résolution. — L'Assemblée générale ratifie tous les marchés et entreprises dans lesquels un ou plusieurs administrateurs avaient un intérêt direct ou indirect, et donne pour l'exercice en cours, à ceux des administrateurs de la Société qui en auraient besoin, les autorisations prescrites par l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

56 774. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 340. **25 Février 1906.**

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Distinctions honorifiques. — M. Bouty (Edmond-Marie-Léopold), professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Paris, chevalier du 13 juillet 1888, a été promu au grade d'officier de la Légion d'honneur.

M. Mors (Louis), a été nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Le funiculaire électrique de la Cure d'Air Saint-Antoine. — Les différents systèmes de chemins de fer funiculaires de montagnes affectés jusqu'ici au transport des voyageurs, sont constitués par deux voitures attachées aux deux extrémités d'un même câble enroulé autour d'une poulie fixée au sommet d'un plan incliné : quand l'une des voitures monte, l'autre descend, ce qui rend le mouvement alternatif, et par suite limite la fréquence des voyages. Ces systèmes présentent une élasticité insuffisante pour pouvoir, à volonté, transporter peu de voyageurs ou subitement un grand nombre.

Quand il s'agit de desservir un point de vue, un hôtel dans un site isolé, ou tout autre lieu d'excursion auquel le public ne se rend en foule qu'à certains jours et à certaines heures, ces systèmes de funiculaires ne peuvent satisfaire aux exigences du trafic extrêmement variable. S'ils sont calculés pour répondre aux grandes affluences, ils sont, par contre, d'une exploitation ruineuse en temps ordinaire ; de plus le prix d'établissement est élevé, hors de proportion avec le résultat à atteindre.

Comme ces inconvénients sont inhérents à l'emploi du mouvement alternatif, M. Bernardet y a substitué le mouvement continu qui donne un débit pour ainsi dire illimité.

Pour réaliser ce mouvement continu, la traction est produite par un câble sans fin enroulé sur deux poulies d'égal diamètre ; l'une placée au sommet du plan incliné est motrice ; l'autre placée au pied du plan incliné opère la tension. Le câble de traction est double et formé de deux câbles jumeaux en acier ; un seul suffit à l'effort maximum total avec un travail au dixième de la rupture : le second est un câble de sécurité.

Ces deux câbles, placés l'un au-dessus de l'autre, sont réunis chaque 1,5 m environ par des bagues plates en deux pièces boulonnées, soutenues par un galet roulant sur un rail central. Ce sont ces bagues qui produisent l'entrainement du câble sur la poulie motrice et l'entrainement des voitures qui s'accrochent sur ces bagues.

Les voitures sont légères, à 6 places, se succèdent rapidement et circulent en chapelet d'une façon ininterrompue ; le nombre de ces voitures mises en circulation peut varier et être

toujours proportionné à la quantité de voyageurs à transporter.

L'avantage de cette disposition est l'assurance donnée au public de trouver toujours une voiture prête à partir, ce qui supprime l'ennui de l'attente au départ. Il en résulte que l'usage du funiculaire se répand rapidement et que les recettes grossissent dans des proportions inespérées comme cela s'est produit au funiculaire de la Cure d'air, qui a transporté plus de 76000 voyageurs pendant les cinq premiers mois de son exploitation.

La force motrice est fournie par la Compagnie d'électricité de Nancy. Une dynamo motrice de 22 kilowatts, à 4 pôles, met en mouvement la roue motrice; elle est actionnée par du courant continu sous 440 volts et est excitée en dérivation à la même tension, de sorte qu'elle conserve une vitesse uniforme, quelles que soient les variations de charge. Quand le mouvement des voyageurs est plus important à la descente qu'à la montée, et que le funiculaire devient automoteur, la dynamo, sans changer de sens de rotation, fonctionne comme génératrice et fait office de frein régulateur automatique. Les freins électriques et à main, qui constituent des garanties supplémentaires de sécurité ne sont donc jamais appelés à fonctionner. La manœuvre de la dynamo s'opère à l'aide d'un combinateur qui permet de faire varier la vitesse du moteur et par suite celle du câble; il permet aussi le freinage électrique, en coupant le courant du réseau et en faisant travailler le moteur comme génératrice sur des résistances.

Ce combinateur à soufflage magnétique, est placé au premier étage de la salle des machines d'où, par une baie située dans le milieu de la voie, le mécanicien qui le manœuvre a la vue complète sur toute la ligne.

Les voitures s'accrochent au câble par une griffe mobile que manœuvre l'employé; elles sont poussées à la montée et retenues à la descente par les bagues du câble. Arrivées à destination, elles se détachent automatiquement et viennent se placer sur un transbordeur électrique établi perpendiculairement aux voies de roulement. Ce transbordeur fait passer les voitures sur la voie opposée où elles s'arrêtent automatiquement. Quand les voyageurs sont montés, elles repartent dès que la griffe d'entrainement a été abaissée.

Chaque voiture possède ses appareils de sécurité pour la maintenir immobile sur la voie en cas d'accident. La manœuvre de ces appareils a pour résultat d'empêcher la rotation des 4 roues, en immobilisant les essieux et aussi de faire tomber de chaque côté de la voiture 2 fortes béquilles en fer forgé, qui viennent heurter contre des taquets en fer très rapprochés, encastrés dans les longrines de la voie. Ces appareils de sécurité fonctionnent automatiquement dès que la voiture cesse d'être reliée au câble.

Ce nouveau système à mouvement continu utilisant un matériel de transport léger à petit nombre de places, permet l'emploi de rails également légers et une voie étroite. Il en résulte que la largeur de la plate-forme est petite et que le terrain nécessaire à l'établissement de la ligne est peu coûteux. Comme le câble suit toutes les inflexions du terrain, tous les profils en long de la voie peuvent être utilisés et les terrassements sont réduits au minimum.

Pour le funiculaire de Nancy, qui a une longueur de 229 mètres entre les deux stations, le prix de l'installation complète, comprenant le terrassement, les bâtiments, les constructions mécaniques et électriques ainsi que les 10 voitures à 6 places, qui ont été livrées pour débuter, n'a pas dépassé 60000 francs. L'ensemble de l'installation et du mécanisme est prévu pour 20 voitures.

Ce funiculaire est utilisé exclusivement pour une excursion de plaisir, dans une propriété privée, où l'on se rend attiré par la beauté du coup d'œil grandiose du panorama de Nancy et des Vosges; s'il s'agissait de desservir des localités fréquentées régulièrement, il n'est pas douteux que l'on obtiendrait des résultats avantageux, si l'on en juge par l'accueil fait par le public à ce nouveau système de locomotion économique et pratique, toujours à la disposition des voyageurs.

Parcours d'essai de locomotives électriques. — Les locomotives commandées par la New York central Railway C° à la General Electric C° doivent, d'après les conditions du marché, avoir parcouru 80000 km avant leur réception. La première moitié de ces essais de réception est achevée et les locomotives ont effectué un parcours de 40000 km remorquant 12 voitures, à la vitesse de 125 km à l'heure. Ces essais ont eu lieu sur une voie spéciale que possède la General electric C° à Shenectady. Ainsi que le dit l'*Electrician* les collecteurs n'ont aucune trace d'usure, les balais se sont usés de 9 mm. L'ensemble des réparations s'est élevé à 2140 fr, c'est-à-dire 5,3 centimes par km.

Essais de traction par courant alternatif simple en Suède. — Ainsi que le publie l'*Electrical World and Engineer*, le gouvernement suédois fait procéder à des essais de traction.

La voie d'essai a une longueur d'environ 11 km, le fil de trolley est en cuivre dur de 8 mm de diamètre et est disposé à une hauteur de 4.7 à 5,7 m au-dessus du niveau des rails; sur une certaine longueur, il est maintenu par des fils transversaux; sur l'autre partie il est suspendu à un fil porteur. Les poteaux sont généralement en bois, mais dans certaines courbes on emploie des poteaux de ciment armé; les poteaux portent une ligne téléphonique, pour laquelle on a adopté des dispositions spéciales car la charge statique atteint 4000 v. Le tableau suivant indique les dimensions des véhicules à l'essai.

FABRICANT. — GENRE DE VÉHICULE	WESTINGHOUSE — Locomotive.	SIEMENS SCHUCKERT — Locomotive.	ALLGEMEINE — Voiture motrice.
Nombre d'essieux	2	3	4
Distance entre roues, en mm	2 550	4 000	»
Diamètre des roues, en mm	1 940	1 100	1 000
Tension employée, en volts	3 000 à 18 000	5 000 à 20 000	6 000
Nombre de moteurs	2	3	2
Puissance des moteurs, en kw.	110	73	88
Système des moteurs	Lamme.	»	Wessler-Eichberg.
Tension aux moteurs, en volts, environ	300	150 à 300	6 000
Rapport de transmission	1 à 3,89 1 à 1,75	1 à 3 1 à 5,13	1 à 4,26 1 à 1,296
Vitesse angulaire, en t:m.	1 350	1 100	1 000
Vitesse maximum, en km:h	62	45 et 77	45 et 65
Vitesse en km:h pour l'effort de traction maximum	20	34	»
Poids total, en tonnes	25	32	»
Mode de réglage	Transformat. multiple-unit.	Transform.	Transform. multiple-unit.

Le programme des essais est très vaste et comprend tous les résultats relatifs au système d'usine génératrice, de voie, de moteurs, d'amenée du courant, etc.

D'après l'*Elektrotechnick und Maschinenbau* du 1er janvier, les essais ont lieu sur la ligne Tomleboda-Värtan, près de Stockolm, avec du courant alternatif simple à 25 p:s.

Changeur de fréquence de la Commonwealth Electric C°, Chicago. — Cette Compagnie vient d'adopter une disposition, nouvelle aux États-Unis, pour les machines transformatrices, mais qui ne l'est pas en France depuis la construction des permutatrices Rougé et Faget. Un de nos confrères américains présente cette adoption comme le résultat direct des

progrès des groupes électrogènes Curtis et de la satisfaction qu'ils donnent à tous égards aux États-Unis. Pour réaliser les mêmes dispositions heureuses et la même économie d'encombrement, on construit des unités transformatrices de 1000 kw à arbre vertical, composées chacune de moteurs synchrones à courant triphasé, à 25 p:s, 9000 volts, et d'un alternateur triphasé à 60 p:s, 2200 à 3800 volts, portés par un même arbre vertical tournant à 300 t:m. Comme dans la turbine Curtis, le poids de la machine est équilibré par une pression d'eau. La place occupée est très réduite, et les pertes par frottement beaucoup plus faibles qu'avec un groupe à arbre horizontal.

Notre confrère l'*Electrical World* fait remarquer que si les constructeurs américains se sont abstenus d'adopter cette disposition pour les commutatrices, c'est parce qu'il serait impossible de réaliser le déplacement longitudinal de l'arbre qu'on réalise depuis longtemps sur les commutatrices américaines, pour uniformiser l'usure du collecteur. On n'a pas hésité au contraire à recourir à cette disposition pour les machines sans collecteur de courant continu, dans lesquelles un déplacement longitudinal des anneaux collecteurs n'offrirait pas le même intérêt. P.

Essais de durée des lampes au tantale. — Notre confrère. *Electrical World*, signale les essais intéressants des lampes au tantale sous courant continu, essais dans lesquels il est à noter que les filaments de certaines lampes se sont rompus au bout d'un certain temps, et ressoudés ensuite, et que la lampe a pu, dans ces conditions, donner à nouveau un éclairage satisfaisant. Les trois colonnes groupées sous le titre « rupture du filament » indiquent les heures auxquelles s'est produite la rupture, à laquelle, dans un ou deux cas, il y a été immédiatement remédié. La durée totale des lampes est donnée par les chiffres de la dernière colonne.

NUMÉRO DE LA LAMPE.	INTENSITÉ INITIALE EN BOUGIES.	CONSOMMATION EN WATTS PAR BOUGIE.	MOMENT DE LA RUPTURE DU FILAMENT			DURÉE TOTALE EN HEURES.
			R_1.	R_2.	R_3.	
1	24,7	1,94	88	»	»	»
2	23,5	1,97	890	1007	1013	1013
3	21,0	2,17	760	»	»	760
4	22,1	2,06	700	»	»	700
5	23,8	1,99	813	»	»	813
6	24,0	2,00	706	»	»	706
7	26,1	1,86	712	»	»	712
8	25,4	1,81	484	»	»	572
9	25,2	2,03	596	625	»	625
10	25,0	1,90	710	939	968	968
Résultats moyens.	23,8	1,98	»	»	»	763

Pour 5 seulement des lampes, la première rupture a été irrémédiable, exclusion faite de la première lampe, qui a été brisée accidentellement et définitivement, et ne figure pas dans les moyennes de consommation et de durée. P.

Le barrage de la vallée de l'Urft (Pays rhénan). — Ainsi que l'annonce la *Zeitschrift für Elektrotechnick*, le barrage de la vallée de l'Urft, le plus grand qui existe en Europe, a été terminé vers le milieu de 1905.

La vallée de l'Urft étant excessivement peu peuplée, était toute indiquée pour l'établissement d'un vaste réservoir d'une capacité de 45,5 millions de m³. L'influence d'une telle retenue sur les rivières l'Urft et la Ruhr, situées en aval, est la suivante : on peut diminuer le débit en hautes eaux qui est de 400 à 450 m³ à la seconde, d'environ 150 m³ : s. Les travaux de barrage ont été commencés en 1899 sous la direction de M. le Pr D. Intze.

Le premier travail a consisté dans l'établissement d'une voie ferrée de 12 km de longueur de Gmünd à l'emplacement des travaux, afin de pouvoir amener sur place les matériaux nécessaires à la construction du barrage. Celui-ci a la forme d'un arc de cercle de 200 m de rayon et a une hauteur de 58 m environ, sur 228 m de longueur à la base, la largeur est de 50,5 m. Le mur comporte 160 000 m³ de maçonnerie et a été terminé en novembre 1903.

Un tunnel avait été percé dans les rochers près de l'extrémité nord du barrage, afin de livrer passage aux eaux, il sert actuellement de conduite des eaux de trop-plein.

Plus au nord encore est un déversoir de 90 m de long, pouvant débiter 100 m³ à la seconde, consistant en une digue dont la crête est arasée au niveau de l'eau dans le réservoir. L'eau forme ainsi une cascade de 50 m de hauteur, dont le jet est brisé par des sortes de marches de 1,5 m de hauteur taillées dans le rocher.

Un km plus au nord, se trouve un second tunnel amenant l'eau motrice à l'usine hydraulico-électrique installée à Heimbach. Ce tunnel a une section de 7 m², sous une hauteur de 2,33 à 3 m : dans le rocher, il est recouvert d'une couche de béton ayant en moyenne une épaisseur de 380 mm, tandis qu'aux emplacements où le terrain est friable, ses parois sont formées d'une voûte de 510 à 770 mm d'épaisseur. Dans ce tunnel l'eau est à une pression d'environ 4 kg:m². Aux deux extrémités du canal souterrain sous pression sont disposés des puits verticaux munis de tubulures en fer, de 3,5 m de diamètre aboutissant à l'air libre. Près de l'ouverture de ces tubes piézométriques sont disposées des maisonnettes de gardiens, qui manœuvrent les vannes.

L'usine hydraulique fonctionne sous une pression variant de 7 à 10 kg : cm², suivant la hauteur du niveau de la retenue. La quantité moyenne de l'eau est de 160 millions de m³, ce qui correspond à des remplissages de la retenue de 45,5 millions de m³, de 3 ou 4 fois par an. Le bassin de retenue peut du reste se remplir complètement au bout d'un mois pluvieux.

Il faut que la vente d'énergie électrique de cette station centrale rémunère un capital de 11 millions de francs. La quantité d'eau disponible correspond à une puissance de 3600 kilowatts pendant 7200 heures par an. Comme il ne faut compter que sur une durée de fonctionnement n'atteignant que 4000 à 5000 heures par an, l'usine a été aménagée pour une plus grande puissance. Il y a actuellement 6 turbines à axe horizontal d'une puissance unitaire de 1500 kilowatts, à une vitesse de 500 t:m, la consommation d'eau est de 1725 litres:s sous une chute de 110 m, les fondations nécessaires pour deux nouvelles turbines sont exécutées, de sorte que la puissance totale sera de 12 000 kilowatts. Il y a en outre deux petites turbines de 150 kilowatts actionnant les excitatrices, dont l'une sert de réserve.

Toutes ces turbines ont été fournies par la Société Escher Wyss et Cie de Zurich. Chacune des grandes turbines actionne directement un alternateur triphasé de la Société Felten-Guillaume Lahmeyer de Francfort, fournissant des courants à 5000 v. Sur l'un des côtés de la salle des machines, qui a une longueur de 30 m et une largeur de 23 m, est disposé le tableau de distribution ainsi que la salle des transformateurs. Dans cette salle sont installés 8 transformateurs pesant chacun 12 tonnes, transformant les courants à 5000 v. en courants à 35 000 v. Sous le plancher de la salle des machines sont installées longitudinalement deux conduites ayant chacune 1,5 m de diamètre sur lesquelles sont branchées les turbines hydropneumatisées. Un pont roulant dessert l'usine entière.

C'est la première fois qu'en Allemagne on emploie une tension aussi élevée pour un transport d'énergie, à cause du développement de 300 à 400 km que doit avoir le réseau. Des quatre lignes partant de l'usine deux aboutissent à Aix-la-Chapelle après avoir desservi les localités placées sur leurs

parcours. Ces lignes sont montées sur poteaux de 7 m de hauteur, et sont munies de tous les appareils de sécurité nécessaires. On a admis une perte de 30 pour 100 dans le réseau. On pourra distribuer annuellement, 22 millions de kw-h, dont 16 millions sont déjà placés; sur ces 16 millions, 8 sont utilisés dans la contrée environnant Aix-la-Chapelle et 2,5 dans la ville. Le prix de l'énergie électrique varie entre 7,5 et 31,25 centimes par kw-h suivant les cas.

La ligne Call-Hellenthal empruntera l'énergie nécessaire à son fonctionnement à la station centrale de Heimbach. Cette ligne doit être installée pour la traction par courant alternatif simple par l'*A. E. G.*

L'électricité dans les mines du Rand. — *L'Elektrotechnische und Polytechnische Rundschau* annonce que le Syndicat anglais pour les concessions africaines vient de faire une enquête relative à l'utilisation des chutes du Victoria pour fournir de l'énergie aux mines du Rand. L'enquête a montré que la chose était non seulement possible, mais en outre qu'elle serait rémunératrice. Même pendant les périodes les plus basses la puissance encore disponible est de 420 000 poncelets, tandis qu'actuellement le Rand n'en utilise que 112 000. Le fait que la dépense pour énergie motrice dans le Whitewatersrand, s'élève à 225 millions de francs montre combien l'utilisation de l'énergie naturelle pour les mines serait avantageuse.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Fontainebleau. — *Station centrale.* — Les terrains nécessaires à la construction de l'usine électrique sont achetés derrière l'usine à gaz, les travaux vont commencer incessamment, le mois prochain. D'ailleurs il faut aller vite puisque dans un délai de quatorze mois à partir du 1er janvier 1906, c'est-à-dire en mars 1907 l'usine doit être à même de fournir non seulement l'éclairage, mais le chauffage électrique et la force motrice. Des circulaires ont été déposées chez les habitants, leur demandant de bien vouloir faire connaître au Directeur le nombre approximatif des lampes dont ils pourront faire usage.

Valenciennes. — *Traction électrique.* — Le maire de Valenciennes annonce que la ville a l'intention de solliciter de l'État la concession de plusieurs lignes de tramways électriques et de rétrocéder ensuite son droit d'exploitation.

Les sociétés qui désireraient entreprendre cette exploitation sont invitées à présenter leurs propositions à M. le maire qui se tient à leur disposition pour tous renseignements qui pourraient leur être nécessaires.

Verzy (Marne). — *Station centrale.* — La commune de Verzy, suivant l'exemple de sa voisine Verzenay, a, dans une séance extraordinaire du Conseil municipal, tenue dernièrement, voté le remplacement de l'éclairage actuel par l'éclairage électrique. La transformation aura lieu après les formalités accomplies et après entente définitive avec M. Legay, adjudicataire de l'entreprise.

Il est bon de noter que cette marche vers le progrès est due à l'initiative courageuse de la commune de Verzenay et en particulier de son maire dévoué, M. Arnould.

ÉTRANGER

Nexaca (Mexique). — *Station centrale.* — Il existe près de Nexaca une importante usine centrale fondée depuis peu, qui présente un certain nombre de points intéressants. Cette installation, qui utilise une chute d'eau des fleuves Tenango et Nexaca, alimente la ville de Mexico et la région voisine d'El Oro. Les deux fleuves alimentent un réservoir d'où l'eau est conduite, par un tunnel et des tubes, à l'usine génératrice qui utilise une chute de 230 m. Prochainement, une seconde usine génératrice établie plus bas utilisera une chute de 330 mètres de hauteur.

La puissance totale disponible est d'environ 60 000 kw. L'équipement de la station génératrice a été effectué par la General Electric Cº et la Société Siemens-Schuckert. L'énergie électrique est produite par six groupes de 5000 kw consistant chacun en une turbine Escher Wyss de 6150 poncelets à 300 tours par minute qui entraîne directement un alternateur triphasé de 5000 kw à 4000 volts et à 50 périodes par seconde.

Le courant est transformé dans 18 transformateurs de 2000 kw de la General Electric Cº à bain d'huile refroidi par une circulation d'eau.

La tension est élevée, dans ces appareils, à 60 000 volts pour le transport d'énergie à distance.

L'excitation des alternateurs est assurée par deux groupes moteurs générateurs de 250 kw et par trois groupes turbines-dynamos de 50 kw.

La ligne de transmission, dont la longueur totale atteint 270 km, consiste en quatre lignes triphasées formées par des câbles nus en cuivre supportés, au moyen d'isolateurs en verre, par des pylones en acier de 25 m de hauteur : les portées sont de 150 m.

La sous-station de Mexico contient douze transformateurs de 1800 kw qui réduisent la tension à 1500 ou 6000 volts. La sous-station d'El Oro contient 9 de ces transformateurs.

Prérau. — (*Station centrale*). — Signalons l'installation de l'usine hydraulico-électrique de Prérau, qui montre une fois de plus les avantages que l'on retire de la substitution des courants alternatifs au courant continu.

L'énergie électrique était produite primitivement par une usine à vapeur fournissant du courant continu à 2 . 130 volts au moyen de deux groupes électrogènes de 150 kw et d'une importante batterie d'accumulateurs.

La demande croissante d'énergie électrique obligea à des agrandissements considérables, et l'on décida d'utiliser une chute d'eau distante de 4 km et débitant normalement 3000 litres par seconde et, au minimum 1000 litres par seconde sous une chute de 4 m. En admettant un rendement de 80 pour 100 pour la turbine, la puissance utilisable de cette chute est de 90 poncelets en temps normal, et de 30 poncelets au minimum.

La turbine employée est une turbine Francis double jumelée à arbre horizontal : elle est établie pour un débit de 3100 litres par seconde et une chute utile de 3,80 m. Le diamètre de cette turbine est de 90 cm; la longueur des aubes est de 225 mm. L'arbre pénètre dans la salle des machines et porte une poulie de 3,60 m de diamètre formant volant : cette poulie entraîne, par l'intermédiaire d'une courroie, un alternateur triphasé. La vitesse angulaire de la turbine est de 118 tours par minute.

La turbine entraîne un alternateur triphasé de 85 kv-a sous 5000 volts à 25 périodes par seconde. L'énergie électrique est transmise au moyen d'un câble à haute tension de 1,2 km à l'intérieur de la ville, et d'une ligne aérienne à l'extérieur. Une station de pompes distante de 500 mètres de l'usine hydraulico-électrique contient des moteurs triphasés à haute tension tournant à une vitesse de 335 tours par minute.

APPLICATION

DES

MOTEURS A COURANT ALTERNATIF SIMPLE

AUX APPAREILS DE LEVAGE

(SUITE [1])

La commande des appareils de levage par moteur à courant alternatif est une des applications les plus difficiles de ce genre de moteur. On sait, en effet, que l'inconvénient le plus sérieux réside en ce que le démarrage en charge des moteurs à courant alternatif est toujours délicat à obtenir; avec le courant alternatif simple notamment, les moteurs d'induction les plus récents donnent déjà difficilement un couple de démarrage égal au couple normal en vitesse de régime : or, ce n'est pas suffisant; il faut au moins disposer au démarrage d'un couple 1,5 à 2 fois le couple normal. En effet, les frottements au départ sont toujours plus élevés qu'en marche, puis l'énergie cinétique des masses en mouvement exige une dépense supplémentaire d'énergie que le moteur doit fournir assez rapidement. Il n'y a qu'un moyen pratique de parer à ce défaut, c'est de prendre un moteur plus puissant que celui que nécessite le régime normal, mais alors on perd une partie des avantages qu'il y a à employer un moteur d'induction : rendement élevé et vitesse limitée et régulière. Les moteurs en série avec collecteur presque entièrement semblables à ceux du courant continu sont appliqués actuellement avec succès, tant pour la traction que pour les appareils de levage. Ces moteurs sont pourvus, comme l'on sait, d'un circuit fermé, formé par des barres traversant les masses polaires feuilletées, et destinées à diminuer la self-induction considérable du système; cet enroulement agissant comme le secondaire en court-circuit d'un transformateur. Les balais de ces moteurs doivent être assez étroits pour éviter dans la commutation la mise en court-circuit de plusieurs spires de l'induit, qui sont alors le siège de courants très intenses pouvant brûler les connexions au collecteur qui, dans ce but, sont faites en maillechort; il s'ensuit que la suppression des étincelles est difficile à obtenir. Ce type de moteur possède les propriétés des moteurs-série sur courant continu; il est asynchrone et augmente de vitesse avec la diminution de la charge. Son rendement est assez faible, mais il a le grand avantage de démarrer avec un couple de 3 à 4 fois le couple normal. Il a été appliqué fréquemment pour la commande des ascenseurs, mais sa vitesse, très variable avec la charge, complique son application d'un régulateur de vitesse que les moteurs d'induction ne nécessitent pas. On a bien essayé avec ces derniers de faire le démarrage à vide et d'embrayer automatiquement la charge à l'aide d'un embrayage à force centrifuge, mais il y a là un inconvénient sérieux, c'est que le système ne démarre qu'un certain temps après la mise en marche par le commutateur. Ce retard, notamment dans la commande des ascenseurs, a failli causer des accidents, parce que les personnes se trouvant dans la cabine, inquiètes de ne pas voir celle-ci s'élever de suite après avoir poussé le bouton de la manœuvre, sortaient de la cabine juste au moment où celle-ci se décidait à partir. Ce retard ne serait pas sans inconvénient non plus dans les autres appareils de levage.

La figure 8 donne le détail d'un embrayage centrifuge hydraulique employé par la maison Schückert pour le démarrage à vide des moteurs à courant alternatif simple.

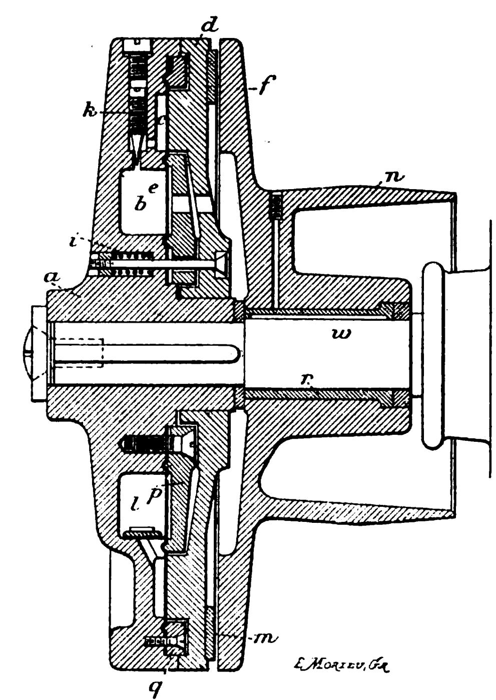


Fig. 8. — Accouplement hydraulique.

L'accouplement se compose : du plateau *a* dans lequel sont creusées deux chambres cylindriques *b* et *c* remplies de glycérine, et calé sur l'arbre du moteur *w*; d'une poulie folle *n* garnie de bague en bronze *r* et portant un plateau *f*, ces deux parties séparées par un plateau mobile *d* portant d'un côté un cuir circulaire *m* et appuyant de l'autre contre une rondelle de cuir *e* qui ferme les deux chambres *c* et *b* à l'aide de deux rondelles *p* et *q*, vissées sur le plateau *a*; le plateau mobile *d* appuie contre le cuir *e* par l'effet de plusieurs ressorts *i*. Le fonctionnement est le suivant : au démarrage, le plateau *f* et la poulie *n* avec laquelle il fait corps sont entièrement libres, le moteur entraîne le plateau *a* et marche par conséquent à vide. A mesure que la vitesse croît, la force centrifuge chasse la glycérine de la chambre *b* dans la chambre *c* à travers un orifice réglé à l'aide de la double vis *k*, le cuir *e* cède et repousse le plateau *d* qui vient s'appuyer par l'intermédiaire du cuir *m* contre le plateau *f* qu'il tend à entraîner avec un effort croissant avec la vitesse du moteur.

Le moment de l'embrayage est facilement réglable à l'aide de la vis *k*. Lorsque le moteur s'arrête, le désaccou-

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 530, p. 56.

plement se fait instantanément par le clapet de retour *l*. Au lieu de la poulie folle *n* qui représente l'organe commandé, celui-ci peut être un autre arbre concentrique portant un manchon relié au plateau *f* par un accouplement flexible, tel que des bagues en cuir, car le plateau *f* doit toujours se trouver sur le même arbre que le plateau *a* pour éviter toute excentricité.

Cet accouplement s'emploie encore, comme nous allons le voir, pour l'accouplement des moteurs à champ tournant pourvus d'une armature en cage d'écureuil sans bagues pour résistance de démarrage; ces moteurs n'ont qu'un couple de démarrage réduit et ne peuvent démarrer en pleine charge, dans de bonnes conditions. Cet accouplement égalise encore les efforts tangentiels, qu'il limite, et évite, par cela même, la chute hors phase du moteur dans le cas de surcharge. L'accouplement de 560 de diamètre extérieur permet de transmettre jusqu'à 70 chevaux à 900 tours.

La commande d'un arbre de transmission par le moteur tournant sans interruption retrouve ici des avantages parce que, le démarrage à vide une fois obtenu, il suffit à l'aide d'embrayages progressifs de commander les divers mouvements nécessaires. Encore faut-il que ces embrayages ne soient pas trop instantanés, ce qui risquerait de faire tomber le moteur hors de phase et de l'arrêter.

Les moteurs d'induction asynchrones à courant alternatif simple ont une vitesse très régulière qui ne diffère en moyenne que de 3 pour 100 entre la marche à vide et la pleine charge. Au moment du démarrage ils absorbent environ 1,5 fois l'intensité normale; ils doivent toujours démarrer à vide. Dans la marche à vide l'intensité est d'environ la moitié de l'intensité normale, mais à cause du déphasage du courant la puissance absorbée n'atteint que 10 à 18 pour 100 de la puissance absorbée en marche normale, suivant la grandeur du moteur. Afin de déduire la section des fils nécessaires à l'installation, il faut connaître l'intensité de régime qui est donnée par la formule :

$$I = \frac{P}{E \cos \varphi},$$

P, puissance absorbée en watts;

E, tension en volts;

Cos φ, facteur de puissance (variant de 0,7 à 0,84) donné sur les catalogues;

$\eta = 0{,}736 \dfrac{\text{chevaux rendus}}{\text{kw absorbés}}$. Quand la charge diminue, le rendement et cos φ varient approximativement d'après le tableau suivant donné par Schuckert (voy. plus loin).

Ce tableau est également applicable aux moteurs asynchrones polyphasés.

Ainsi un moteur de 24 chevaux en charge normale absorbant 21 kw a un rendement de $0{,}736 \dfrac{24}{21} = 84$ pour 100, à pleine puissance cos $\varphi = 0{,}75$; à demi-charge le rendement devient $84 - 5 = 79$ pour 100, et

$$\cos \varphi = 0{,}75 \,.\, 0{,}85 = 0{,}64;$$

à quart de charge le rendement devient

$$84 - 15 = 69 \text{ pour } 100$$

et cos $\varphi = 0{,}75 \,.\, 0{,}65 = 0{,}49$.

RENDEMENT NORMAL EN CENTIÈMES.	RÉDUCTION DE RENDEMENT EN CENTIÈMES, LA CHARGE EST DE			
	0,75.	0,50.	0,25.	0.
45 à 60	— 5	— 12	— 25	»
61 à 74	— 2	— 8	— 20	»
75 à 84	— 1	— 5	— 15	»
85 à 95	+ 1	0	— 10	»
Variations de cos φ. . . .	0,95	0,85	0,65	0,25

Pour les moteurs de 1 à 2 chevaux les organes de démarrage se réduisent à un interrupteur, un inverseur et une résistance disposée comme l'indique le schéma (fig. 9). Pour les plus grands modèles on fait usage d'un commutateur qui retire progressivement les résistances dans le rotor ou armature tournante, et établit les connexions voulues dans le stator ou couronne fixe, comme l'indique le schéma de la figure 10, qui représente la plaque à borne du stator et ses connexions pour le démarrage. On remarquera que l'enroulement du stator porte habituellement 4 bornes (2 pour la phase principale, 2 pour la phase auxiliaire), et dont 2 sont réunies par une plaquette; on obtient la marche avant ou arrière du moteur en disposant la plaquette et les fils de connexion suivant l'une des dispositions A, B ou B'. Lorsqu'il s'agit d'obtenir à volonté cette marche avant ou arrière avec le commutateur, les 4 bornes sont séparées et la connexion équivalente de la plaquette se fait soit par un inverseur bipolaire (disposition C), soit que cette inversion se fasse par le commutateur lui-même: il est à remarquer que les fils qui donnent le courant principal sont plus forts que

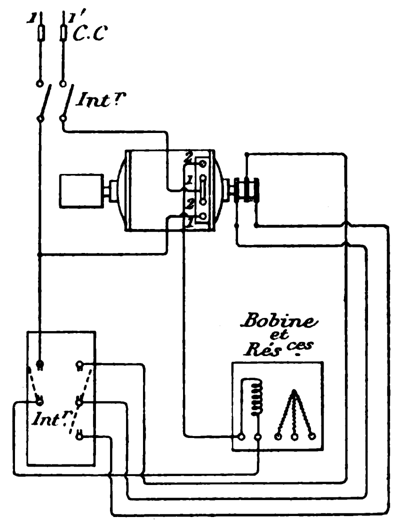


Fig. 9. — Démarrage des moteurs à courant alternatif simple.

ceux qui ne servent que pour la phase auxiliaire de démarrage. Cette phase est toujours mise hors circuit une fois le démarrage effectué, il est donc facile, même

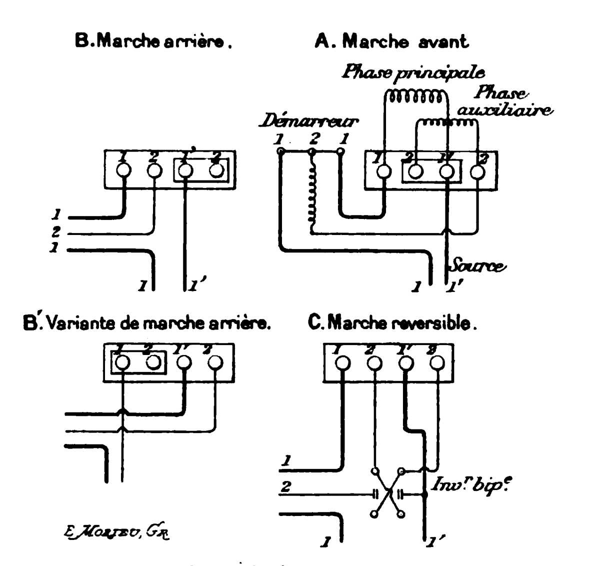


Fig. 10. — Changement de marche des moteurs à courant alternatif simple.

en l'absence d'indications, de retrouver sur le moteur et sur le commutateur les connexions à établir.

Quoique nous ayons indiqué dès le début que, nous plaçant au point de vue de l'application des moteurs courants catalogués, nous n'aurions pas à examiner les moteurs spéciaux construits expressément en vue d'une application déterminée, il nous est difficile, en raison de l'intérêt qu'ils présentent, de quitter ce chapitre des moteurs monophasés sans parler des moteurs récents de Heyland et de Latour (1). Ces moteurs, dont on a beaucoup parlé, peuvent démarrer avec un couple égal au couple normal. Comme nous l'avons vu, ce n'est pas encore tout à fait suffisant pour obtenir un démarrage rapide où il faut au moins 1,5 fois le couple normal; mais en faisant un léger sacrifice sur le rendement on peut obtenir ce résultat en prenant un moteur plus puissant, c'est-à-dire dont le couple normal est plus grand que celui dont on a besoin. C'est d'ailleurs une excellente mesure pour l'application des moteurs à courant alternatif en général, de prendre des moteurs largement prévus, quel qu'en soit le temps de fonctionnement, ce qui constitue une différence notable avec les moteurs à courant continu qui, comme nous l'avons vu, peuvent être surchargés pour un fonctionnement intermittent. Nous donnons figure 11 le schéma de démarrage en charge du moteur Heyland.

Il nous reste maintenant à examiner l'application des moteurs à courant polyphasé ou à champ tournant.

Ces moteurs démarrent en charge, mais il est toujours nécessaire d'employer des rotors avec bagues permettant d'introduire des résistances pour le démarrage. Les moteurs sans bagues ont non seulement un couple de démarrage moins élevé, mais absorbent à ce moment un courant de trois fois l'intensité normale. Dans les moteurs munis de bagues au contraire, l'intensité de démarrage ne dépasse pas 1,5 à 2 fois l'intensité normale en développant un couple de 1,5 à 2 fois le couple normal. L'intensité à vide est d'environ le tiers de l'intensité normale mais l'énergie absorbée, en raison du décalage du courant n'est que de 5 à 10 pour 100 de l'énergie normale suivant la force du moteur.

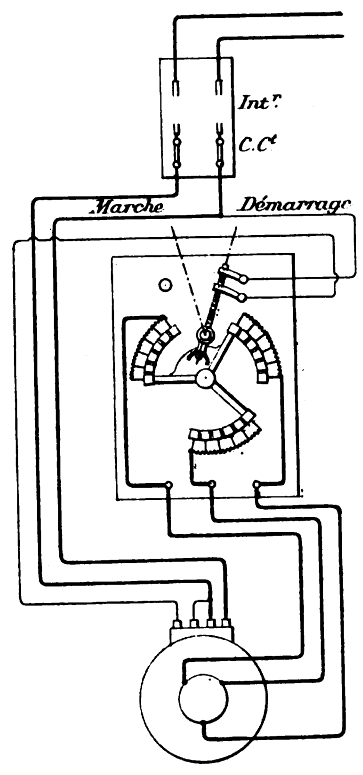


Fig. 11. — Démarrage en charge des moteurs Heyland.

Pour le calcul de la section du fil on obtiendra l'intensité dans chacun de ceux-ci par les formules suivantes :

Dans le cas de courant diphasé à quatre fils :

$$I = \frac{P}{2 \cos \varphi E},$$

les lettres ayant la même signification que précédemment.

Dans le cas de courant triphasé :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cos \varphi E}.$$

Le rendement s'obtient par la même formule que pour les moteurs à courant alternatif simple et l'on peut se servir du même tableau que précédemment pour ses variations ainsi que celles de cos φ.

La vitesse normale ne peut être choisie à volonté, il faudra prendre celle des catalogues, elle varie d'environ 4 pour 100 entre la marche à vide et la marche à pleine charge. On peut obtenir un réglage de la vitesse en intercalant des résistances sur le courant d'armature. Nous donnons (fig. 12) le schéma pour le démarrage d'un

(1) Cet article était déjà composé lorsque nous parviennent les données sur un moteur à courant alternatif simple de MM. Fynn-Alioth qui aurait les qualités énumérées ci-dessus.

moteur triphasé, à l'aide d'un interrupteur tripolaire et d'un rhéostat à 3 branches. Ce schéma est absolument le même s'il s'agit de courant diphasé à 3 fils, avec cette différence toutefois que le fil 2, que nous supposons être le fil commun ou de retour, transmet une intensité égale à

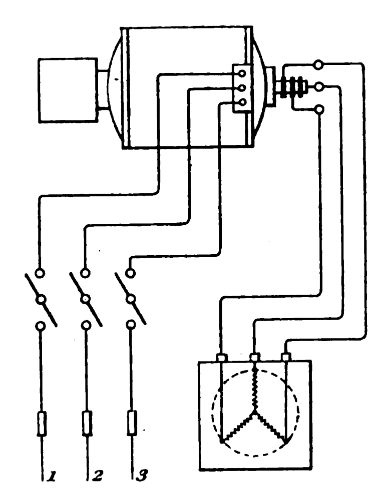


Fig. 12. — Moteur triphasé ou diphasé à 3 fils.

$\sqrt{2} = 1,414$ celle des deux autres fils et doit être en conséquence plus fort.

S'il s'agit du courant diphasé à 4 fils la plaque à bornes du stator portera 4 bornes, il y aura 4 fils et l'interrupteur devra être tétrapolaire, le rhéostat du rotor restant le même avec 3 fils. Les fils allant au rotor auront les sections en mm² ci-après suivant la puissance du moteur en kw.

	1,5 à 5.	9.	11.	25.	36.	50.
Fil commun	15	50	55	60	70	85
Les deux autres fils	10	35	40	45	50	60

Pour effectuer le changement de marche de ces moteurs, il suffit, dans tous les cas, d'intervertir les con-

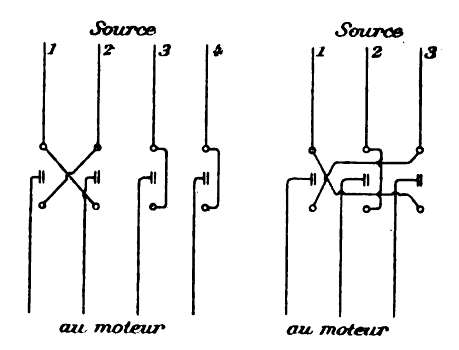


Fig. 13. — Changement de marche des moteurs polyphasés.

nexions de 2 fils du stator, ainsi le schéma (fig. 13) indique pour un courant diphasé à 4 fils que la source est réunie à la plaque à bornes du stator par 4 fils à l'aide d'un inverseur tétrapolaire qui intervertit seulement les

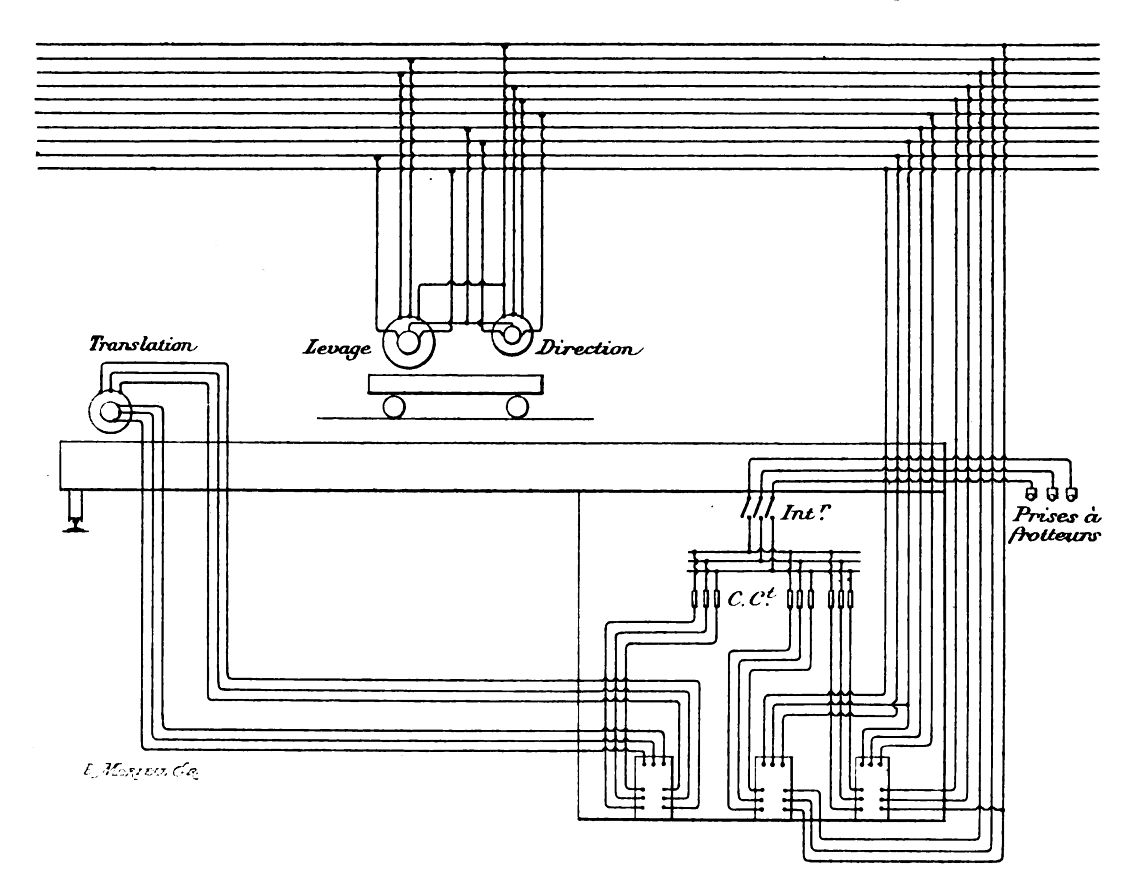


Fig. 14. — Pont roulant à 3 moteurs triphasés commandés de la cabine.

connexions dans les fils 1 et 2. De même pour un courant triphasé ou diphasé à 3 fils, le schéma étant le même, il suffit d'intervertir les connexions des fils 1 et 3 à l'aide d'un inverseur tripolaire, qui ne change rien au fil 2. Les connexions du rotor avec le rhéostat de démarrage sont toujours les mêmes dans tous les cas et comportent toujours 3 fils.

Dans les appareils de levage ces connexions sont toutes réunies sur un démarreur unique donnant l'arrêt ou la marche avant ou arrière, ainsi que l'indique le schéma (fig. 14), sur lequel nous avons cru pouvoir supprimer les connexions intérieures de ces démarreurs puisque nous venons de les indiquer en détail.

Ce schéma (fig. 14) est relatif à la commande d'un pont roulant par 3 moteurs triphasés prenant leur courant sur 3 fils longitudinaux par 3 frotteurs. Ces moteurs sont commandés par 3 démarreurs, disposés comme d'habitude dans la cabine du mécanicien, pendue sous les poutres du pont, d'où il voit facilement la charge Le chariot qui porte les deux moteurs, levage et direction, porte des frotteurs qui viennent capter le courant sur des fils transversaux régnant le long des poutres du pont. Dans le but de diminuer le nombre de ces fils, il est à remarquer qu'on a pu prendre pour ces deux moteurs, 1 fil commun pour les stators et 1 fil commun pour les rotors. La commande par relais, malgré la difficulté plus apparente que réelle de l'établissement des électros sur courant alternatif, simplifierait probablement ce dispositif; nous ne croyons pas qu'elle ait jamais été appliquée dans ce cas, ce qui ne signifie pas du tout qu'elle ne soit avantageusement applicable. ÉMILE DUBOIS.

VARIATIONS DE LA DENSITÉ DE L'ÉLECTROLYTE

D'UN ACCUMULATEUR AU PLOMB

A la décharge, ainsi qu'il a été démontré actuellement, les deux séries de plaques se sulfatent; il disparait de l'électrolyte deux équivalents électrochimiques d'acide sulfurique monohydraté (SO^4H^2) et il y entre deux équivalents d'eau, ou, en d'autres termes, il disparait de l'électrolyte deux équivalents électrochimiques d'anhydride sulfurique (SO^3); en faisant les calculs on trouve qu'à la décharge il disparaît 3,66 g:A-h d'acide monohydraté de l'électrolyte et qu'il y entre 0,66 g:A-h d'eau, c'est-à-dire qu'il en disparaît 3 g:A-h d'anhydride sulfurique.

Dans l'établissement d'une batterie, on peut avoir à résoudre une des deux questions suivantes : 1° étant donné le volume de l'électrolyte et sa densité à fin charge, trouver sa densité à fin décharge; 2° étant donné les densités de l'électrolyte à fin charge et à fin décharge, déterminer le volume d'électrolyte à employer.

On trouve dans les aide-mémoires des tables indiquant pour les diverses densités de l'électrolyte, soit le rapport en centièmes de la masse de l'anhydride sulfureux ou de l'acide monohydraté à la masse de la solution.

Soit d_1, la densité à fin charge; α, le rapport en centièmes de la masse de l'anhydride à la masse de la solution, et v, le volume en litres, rapporté à 1 A-h. Le poids de l'électrolyte par ampère-heure sera : $1000\, d_1 v$ g et celui de l'anhydride sulfurique $\frac{1000\, \alpha_1 d_1 v}{100}$ g.

Après décharge de 1 A-h, le poids de l'anhydride sera $\frac{1000\, \alpha_1 d_1 v}{100} - 3$ et le poids total $1000\, d_1 v - 3$, de sorte que le rapport en centièmes α_2 de la masse de l'anhydride à la masse de la solution à fin décharge sera :

$$\alpha_2 = \frac{100\left(\frac{1000\, \alpha_1 d_1 v}{100} - 3\right)}{1000\, d_1 v - 3} = \frac{1000\, \alpha_1 d_1 v - 300}{1000\, d_1 v - 3}.$$

En cherchant dans la table la densité correspondant à α_2, on aura la réponse à la première question.

Si l'on a à sa disposition une table donnant β_1 le rapport en centièmes de la masse de l'acide monohydraté, à la masse de la solution, la masse d'acide monohydraté après décharge sera :

$$\frac{1000\, \beta_1 d_1 v}{100} - 3,66$$

et on aura :

$$\beta_2 = \frac{1000\, \beta_1 d_1 v - 366}{1000\, d_1 v - 3}$$

β_2 étant le rapport en centièmes de la masse d'acide monohydraté à la masse de la solution à fin décharge, et la table donnera la densité correspondante.

La table ci-dessous a été calculée au moyen de ces relations, elle donne en fonction du volume de l'électrolyte en cm³:A-h et de la densité fin charge, la densité fin décharge. (Les densités à fin charge sont imprimées en caractères gras.)

DENSITÉS DES SOLUTIONS A FIN DÉCHARGE EN FONCTION DE LA DENSITÉ FIN CHARGE ET DU VOLUME QUANTITIQUE DE SOLUTION

VOLUME QUANTITIQUE EN CM³ : A-H.	**1,200.** (24° B.)	**1,210.** (25° B.)	**1,220.** (26° B.)	**1,231.** (27° B.)	**1,241.** (28° B.)	**1,252.** (29° B.)	**1,263.** (30° B.)	**1,274.** (31° B.)	**1,285.** (32° B.)
10	»	»	»	1.005	1,016	1,035	1,048	1,063	1.079
20	1,095	1,106	1,117	1,131	1,143	1,154	1,168	1,180	1,192
30	1,133	1,144	1,155	1,169	1,179	1,190	1.203	1,214	1,224
40	1,151	1,162	1,173	1,184	1,195	1,206	1,218	1,229	1,240
50	1,161	1.172	1,182	1,194	1,205	1,214	1,227	1,230	1,250
60	1,168	1.178	1,189	1,200	1,210	1,221	1,234	1,245	1,255
70	1,173	1,183	1,195	1,205	1,215	1,225	1.238	1,249	1,259
80	1,176	1,186	1,196	1,208	1,218	1,229	1.242	1,253	1,264
90	1,178	1,188	1,198	1,209	1,220	1,231	1,244	1,255	1,266
100	1,180	1.190	1,200	1,211	1,222	1,233	1,246	1,257	1,269
150	1,187	1,196	1,207	1,217	1,228	1,238	1,252	1,265	1,274
200	1,190	1,200	1,210	1,221	1,232	1,242	1,255	1,266	1,276

Si les densités à fin charge et à fin décharge sont don-

nées, en désignant par x le volume en litres par A-h, on a après décharge :

$$\alpha_2 = \frac{1000\ \alpha_1 d_1 x - 300}{1000\ d_1 x - 3}$$

relation de laquelle on tire :

$$x = \frac{300 - 3\alpha_2}{1000\ d_1 (\alpha_1 - \alpha_2)}.$$

Si la table donne le poids en centièmes d'acide monohydraté, on a :

$$\beta_2 = \frac{1000\ \beta d_1 x - 300}{1000\ d_1 x - 3}$$

$$x = \frac{300 - 3\beta_2}{1000\ d_1 (\beta_1 - \beta_2)}.$$

La table suivante calculée d'après ces relations donne le volume quantitique en cm³ : A-h à prendre à fin charge, pour que la densité à fin charge ait la valeur indiquée en tête du tableau, et la densité à fin décharge ait la valeur indiquée sur la ligne correspondante.

VOLUMES QUANTITIQUES D'EAU ACIDULÉE SULFURIQUE, EN CENTIMÈTRES-CUBES PAR AMPÈRE-HEURE

DENSITÉ FIN DÉCHARGE.	DENSITÉ FIN CHARGE.								
	1,200. (24° B.)	1,210. (25° B.)	1,220. (26° B.)	1,231. (27° B.)	1,241. (28° B.)	1,252. (29° B.)	1,263. (30° B.)	1,274. (31° B.)	1,285. (32° B.)
1,125 (16° B.) .	26,8	23,4	20,1	18,7	17,0	15,6	14,3	13,2	12,2
1,134 (17° B.) .	30,3	25,9	22,9	20,2	18,2	16,6	15,2	14,0	12,9
1,142 (18° B.) .	34,4	28,9	25,2	22,0	19,7	17,8	16,2	14,7	13,5
1,152 (19° B.) .	40.7	33,2	28,3	24,3	21,6	19,3	17,4	15,8	14,3
1,162 (20° B.) .	50,0	39,1	32,5	27,4	23,8	21.1	19,0	16,8	15,3
1,171 (21° B.) .	65,3	47,8	38,3	31,3	26,8	23,4	20,7	18,3	16,4
1,186 (22° B.) .	95,3	62,0	46,8	36,8	30,7	26,3	22,9	20,0	17,7
1,190 (23° B.) .	179,2	95,1	62,6	45,8	36,6	30,5	25,0	22,3	19,6
1,200 (24° B.) .	∞	175,2	91,2	59,2	44,8	35,9	29,8	25,1	21,7

Pour les éléments à poste fixe, on emploie ordinairement 40 à 100 cm³ : A-h d'électrolyte d'une densité de 1,200 à 1,241. Pour les éléments transportables, pour économiser le poids, on en met moins et la densité admise à fin de charge est plus élevée ; on ne dépasse pas cependant 1,285 à fin de charge et on ne descend pas au-dessous de 1,125 à fin de décharge la quantité minimum d'électrolyte est donc de 12,2 cm³ : A-h, correspondant à 15,68 g : A-h.

F. L.

EMPLOI DE BATTERIES TAMPON

DANS LES

DISTRIBUTIONS A COURANTS TRIPHASÉS

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 30 novembre donne la description des dispositifs adoptés par les deux compagnies d'électricité l'Allgemeine et Siemens-Schuckert, ainsi que par M. Schroder, directeur de la Société générale d'accumulateurs, pour permettre l'emploi de batteries dans les cas de fortes variations de charge dans les distributions à courants triphasés.

En premier lieu il s'agit des dispositifs permettant l'emploi des batteries à l'endroit où est produit le courant triphasé, de manière à ce qu'elles parent aux charges excédant la valeur normale. La figure 1 donne le schéma du dispositif le plus simple.

L'alternateur triphasé A dessert le réseau, sur lequel est branché un groupe convertisseur, formé d'un moteur

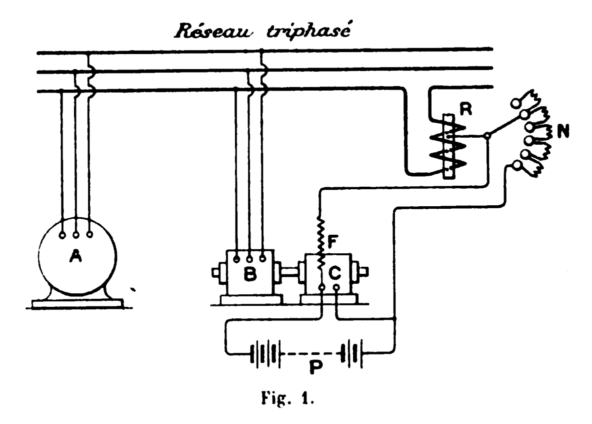


Fig. 1.

triphasé B et de la dynamo shunt à courant continu C, disposée aux bornes de la batterie tampon P. Supposons d'abord que le relais R soit enlevé et que la dynamo soit excitée directement par la batterie. Quand le réseau est faiblement chargé, la dynamo C assure la charge de la batterie. Si la charge du réseau devient très grande, le moteur actionnant l'alternateur ralentit, de sorte que le moteur triphasé B ralentit aussi, et la batterie fait fonctionner comme moteur la dynamo C, qui entraine son moteur devenant générateur et alimente le réseau en courant triphasé. La batterie ne travaille donc que quand la vitesse a déjà baissé, c'est-à-dire trop tard. C'est pour remédier à cet inconvénient que le relais R a été ajouté ; quand la charge du réseau triphasé croît, il a pour fonction de réduire d'une manière correspondante le champ inducteur de la dynamo à courant continu C, de sorte que la batterie peut entrer en action à temps, c'est-à-dire avant que le moteur actionnant l'alternateur ait diminué de vitesse.

L'installation à courant triphasé pour l'extraction du puits Constantin, près de Dortmund, est établie d'après ce système. Le moteur d'extraction à courants triphasés démarre au moyen de résistances et exige alors une puissance de 520 kw. Le moteur de la station n'a qu'une puissance de 300 kw, de sorte qu'au moment du démarrage la batterie doit fournir 220 kw. Comme relais on utilise le relais Tirill de la Société Allgemeine qui agit d'une manière analogue à celui représenté sur la figure 1. Le convertisseur est constitué par la dynamo C à excitation séparée et par le moteur synchrone B. L'induit de C est branché sur la batterie et un petit convertisseur fournit le courant d'excitation.

Le dispositif Schröder a l'avantage d'éviter l'emploi du relais. La fig. 2 en donne le schéma. A est l'alternateur et BC le convertisseur. Le champ F de la dynamo à courant continu est diminué par l'action d'un enroulement G parcouru par un courant continu dont l'intensité est proportionnelle à la charge du réseau. Dans ce but, l'enroulement primaire d'un transformateurT est placé dans une des phases du réseau triphasé et le courant secondaire

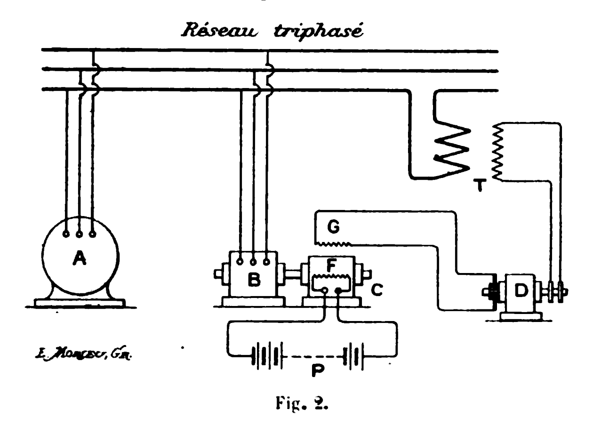


Fig. 2.

est redressé au moyen d'un convertisseur D, le courant continu parcourt l'enroulement démagnétisant G.

Ce dispositif peut recevoir une variante, en munissant la batterie d'un survolteur, dont l'enroulement inducteur est mis en dérivation aux bornes de la batterie, tandis qu'un enroulement démagnétisant est parcouru par un courant continu dont l'intensité est proportionnelle à la charge du réseau triphasé. Dans ce cas, le moteur générateur BC peut être remplacé par un convertisseur.

Si l'on calcule le rendement de la transformation, on doit tenir compte du fait qu'à faible charge le courant triphasé est transformé en courant continu pour la charge de la batterie. Si la batterie se décharge, le courant qu'elle fournit est transformé en courants triphasés. Le rendement de la batterie elle-même peut être estimé à 85 pour 100, celui du groupe moteur générateur, dans un sens ou dans l'autre à 85 pour 100, de sorte que le rendement total est de 61 pour 100 environ.

Le rendement d'un convertisseur peut atteindre 92 pour 100, de sorte que dans le cas de son emploi le rendement total est de 72 pour 100. Mais alors il faut de toute nécessité employer le survolteur décrit ci-dessus, car la tension du courant continu d'un convertisseur, ne peut être réglée par le champ inducteur.

On peut augmenter le rendement, en actionnant la dynamo à courant continu C par le moteur qui actionne l'alternateur. On évite ainsi une transformation de l'énergie et le rendement de l'ensemble est $0,85 . 0,85 = 0,724$. L'excitation est influencée par l'enroulement démagnétisant, comme il a été indiqué. On peut atteindre un rendement encore plus élevé en munissant l'alternateur A d'un collecteur permettant la charge de la batterie qui se décharge dans la machine A, jouant en somme le rôle de convertisseur. Un survolteur muni de deux enroulements inducteurs antagonistes assure la charge de la batterie; le rendement est alors à peu près le même que celui d'une installation à courant continu.

Un inconvénient est que, bien que le moteur principal ne soit pas surchargé, il n'en est pas de même de l'alternateur qui doit être construit pour la puissance maximum. On a souvent recours à une batterie de secours, quand on veut se servir d'une installation existante sans la transformer, de sorte que dans ce cas les deux dispositifs décrits en seconde ligne sont peu appropriés et on doit avoir recours aux premiers.

Un second mode d'emploi des batteries tampon, est de venir en aide à un moteur d'extraction à courant continu, desservi par une distribution triphasée, dont le courant est transformé. Dans la disposition la plus simple, un moteur triphasé commande une dynamo à courant continu desservant le moteur d'extraction à courant continu, ainsi qu'une dynamo à courant continu desservant la batterie. Dans le cas où le moteur d'extraction est fortement chargé, le moteur triphasé l'est également et son glissement augmente, de sorte que la tension continue baisse et la dynamo à courant continu desservant la batterie recevant du courant de la batterie, tourne comme moteur et vient en aide au moteur triphasé. Pendant le démarrage, le champ inducteur de la dynamo desservant le moteur d'extraction augmente peu à peu de sorte que la tension du moteur augmente également peu à peu. La batterie entre en action, un peu tardivement, car la vitesse du moteur triphasé doit auparavant avoir diminué. On obtient un meilleur résultat en munissant la dynamo desservant la batterie, d'un enroulement supplémentaire démagnétisant. Le démarrage s'opère ainsi sans perte d'énergie dans des résistances.

Comme la tension varie, l'intensité du courant absorbé par le moteur de traction n'est pas proportionnelle à sa charge. Dans la première période du démarrage, quoique l'intensité du courant soit très grande, la puissance absorbée est cependant faible. Le dispositif représenté sur la fig. 3 qui a été combiné par Schröder tient compte de ce fait.

Il se distingue de celui décrit en ce que dans le circuit de la batterie et de sa dynamo de charge, est disposé un survolteur dont le circuit inducteur comporte trois enroulements. L'enroulement *a* est desservi par la batterie, l'enroulement *b* est disposé entre les balais de la dynamo à courant continu alimentant le moteur d'extraction et le troisième enroulement est parcouru par le courant qui actionne le moteur d'extraction. Les deux enroulements *a* et *b* agissent dans le même sens, et le troisième enroulement est calculé de telle sorte que pour la charge moyenne du moteur d'extraction il équilibre l'action des deux autres. Pour une charge supérieure du moteur d'extraction, la tension du survolteur est de même sens que celle de la batterie qui se décharge alors et fait tourner sa dynamo de charge comme moteur.

Les établissements Siemens-Schuckert emploient dans le même but, un dispositif peut-être un peu plus simple. Le moteur triphasé est encore couplé avec les deux dyna-

mos à courant continu, dont l'une dessert le moteur de traction et l'autre la batterie, mais le survolteur n'a qu'un enroulement d'excitation parcouru par le courant du moteur d'extraction, et il est couplé avec ce moteur, de telle façon que la tension de ce survolteur dépend à la fois du courant et de la vitesse du moteur d'extraction, c'est-à-dire de sa charge, de sorte que la batterie est forcée de se décharger. Pour que cela ait lieu quand la

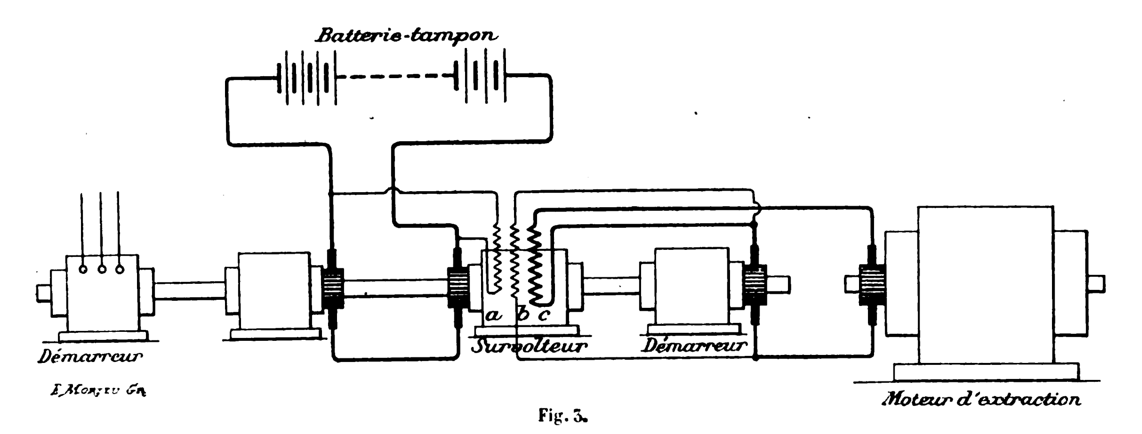


Fig. 3.

charge moyenne est dépassée, la dynamo de charge de la batterie a une tension un peu supérieure à celle de la batterie. Cette différence est compensée par le survolteur, à charge moyenne, tandis que dans les pauses entre deux extractions elle assure la charge de la batterie.

SUR L'ÉLÉVATION DE TEMPÉRATURE

DES MACHINES ÉLECTRIQUES

M. Rodolphe Goldschmidt a fait à ce sujet une intéressante conférence à l'*American Institute of Electrical Engineers* et a donné les renseignements suivants :

1° *Service momentané.* — Si une machine ne dissipait pas de chaleur, sa température deviendrait infinie avec le temps. Son élévation de température dans un temps donné dépend de la chaleur spécifique du métal, qui est sensiblement la même pour le cuivre et pour le fer, et que l'on peut définir le plus commodément par la puissance en watts à fournir à 1 cm³ de fer ou de cuivre, pour élever sa température de 1 degré par seconde. Ce coefficient c_s est égal à 3,5 watts par cm³ par degré par seconde. Quand on fournit P watts à 1 cm³ de métal, l'élévation de température θ est donnée par la relation $\theta = \frac{P}{c_s}$. Ces considérations sont d'une très grande importance dans le cas de service momentané, quand la machine travaille à des intervalles très espacés et pendant un temps très court comme cela a lieu par exemple, pour les appareils de démarrage, transformateurs, résistances, etc., ainsi que pour les moteurs asynchrones. Si l'on admet pour le cuivre une résistivité de $\frac{1}{52}$ d'ohm par m de longueur et mm² de section, l'accroissement de température en degrés par seconde, est donnée par la relation : $\theta = 5{,}5 \,.\, 10^{-3} \,.\, (I/s)^2$, et en degrés par minute par la relation : $\theta = 0{,}33\ (I/s)^2$, dans lesquelles (I/s) est la densité du courant en A : mm². On a donc dans le cas d'une charge momentanée une élévation de température ne dépendant que de la densité du courant.

De même dans le fer, l'élévation de température pendant le service momentané ne dépend que de la saturation magnétique et de la fréquence, dont découle la perte en watts par hystérésis et courants de Foucault. En calculant un cas particulier, on voit qu'en pratique l'élévation de température ne peut jamais atteindre une valeur dangereuse; même dans le cas d'une fréquence égale à 100 et d'une induction de 15 000 gauss, l'élévation de température au bout de 5 minutes n'atteint que 16°,5 C.

L'élévation de température en degrés par minute, pour de la nickeline ayant une résistivité 25 fois plus élevée que celle du cuivre, est $\theta = 8{,}5\ (I/s)^2$; et pour le fer, ayant une résistivité 6 fois plus forte que le cuivre, cette élévation de température est $\theta = 2\,(I/s)^2$.

Si l'on ne veut pas dépasser un accroissement de 70°C par minute, on trouve que, pour des fils de nickeline, on peut admettre une densité de 2,9 A : mm², et que pour le cuivre d'un transformateur de démarrage, par exemple, on peut atteindre une densité de 14,5 A : mm², tandis qu'en pratique on n'a pas de limite pour l'induction dans le fer.

En tenant compte de l'isolant, qui représente à peu près 5 pour 100 du poids total d'une bobine et dont la capacité thermique est environ 6 fois plus élevée que celle du cuivre, on obtient comme moyenne pour la chaleur spécifique de la bobine entière $1 + (0{,}05 \,.\, 6) = 1{,}3$ fois celle du cuivre seul, de sorte que l'on a comme chaleur spécifique faisant monter la température de 1 degré par seconde $c_s = 4{,}5$. Du reste il y a lieu de remarquer qu'une bobine enroulée de fil mince, ayant relativement

plus d'isolant qu'une bobine à gros fil, peut être soumise à des surcharges plus considérables.

Les considérations données ci-dessus peuvent s'appliquer dans la pratique à des machines pour les durées indiquées en minutes dans le tableau ci-dessous :

	Premières minutes de fonctionnement.
Rotatives ouvertes, pendant les	20
— fermées —	40
Stables ouvertes —	30
— renfermées —	60

car, pendant ces durées de fonctionnement, on peut admettre qu'il n'y a pas de chaleur dissipée.

2° *Courbe d'élévation de température.* — En se basant sur le fait que, pour obtenir une élévation de température finale maximum de 50°, on ne doit pas avoir une surface de refroidissement de moins de 1 dm² pour 3,3 watts dissipés dans la machine, on voit que, pour 1 degré de température finale, on ne doit pas avoir plus de $\frac{3,3}{50} = 0,066 = \frac{1}{1500}$ w par dm²; cette valeur peut être désignée sous le nom de *constante de température* et désignée par la lettre c_1. Si (P/s) est la puissance surfacique dissipée, en watts par dm² de surface refroidissante, et θ_f l'élévation finale de la température, on a :

$$(P/s) = c_1\theta_f.$$

Avec ces données, on peut résoudre les divers problèmes relatifs au service momentané et à celui de durée.

La courbe représentant l'élévation de température en fonction du temps a ses ordonnées comprises entre deux valeurs extrêmes; au commencement où l'on peut négliger le refroidissement, l'élévation de température peut être représentée par la ligne pointillée (fig. 1) qui coïncide

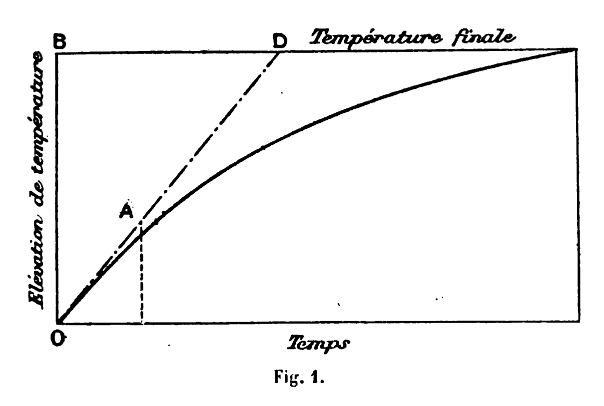


Fig. 1.

pendant 12 minutes environ avec la courbe, tandis qu'au bout d'un temps suffisamment long, 6 heures dans notre cas, le refroidissement est égal à l'afflux thermique, de sorte que la température reste stationnaire.

Si l'on admet, pour simplifier, que la température ambiante est égale à 0°C, et si on désigne par θ_f la température maximum finale, l'accroissement de température pour toute température comprise entre 0 et θ_f est comprise entre une valeur maximum qui a lieu pour $\theta = 0$ et que l'on peut admettre comme représentée par 100 et la valeur 0 qui a lieu pour $\theta = \theta_f$. Pour une température intermédiaire que l'on peut exprimer en centièmes de θ_f, a pour 100, par exemple, cette élévation sera $(100 - a)$ centièmes de la valeur maximum. On tracera donc la courbe d'élévation de température en partant de l'élévation en degrés par minute au commencement, qui est donnée par la relation $\theta_e = 0,33\ (I/s)^2$, ou, mieux, en tenant compte de l'isolant $\theta_e = 0,256\ (I/s)^2$, dans laquelle (I/s) est la densité du courant en A : mm². Par exemple pour $(I/s) = 1,46$ on a $\theta_e = 0,256 \,.\, \overline{1,46}^2 = 0°,55$. S'il n'y avait aucun refroidissement, au bout de 20 minutes la température atteinte serait de $0,55 \,.\, 20 = 11°$, et la température moyenne pendant cette période serait 5°,5. Si l'on admet une température maximum finale $\theta_f = 50°$, cette température moyenne serait de 11 pour 100 de θ_f, ou de 50°, l'élévation relative serait donc de 11 et le ralentissement de l'élévation serait d'après la règle donnée ci-dessus de $100 - 11 = 89$ pour 100. On aurait donc :

$$\theta'_e = 0,256\ (I/s)^2 \left(1 - \frac{1}{\theta_f}\right) = 0,55 \,.\, 0,89 = 0°,49.$$

Au bout de 20 minutes l'élévation serait :

$$0,49 \,.\, 20 = 9°,0.$$

On pourrait de la même manière calculer un second point de la courbe. Au bout de 20 autres minutes, en admettant d'abord une élévation de 0°,55 par minute, on a un accroissement de $0,55 \,.\, 20 \left(1 - \frac{9,8}{50}\right) = 8°,8$, et pendant cet intervalle la température moyenne est $9°,8 + \frac{8°,8}{2} = 14°,2$, de sorte que l'élévation est :

$$0°,55 \,.\, 20 \left(1 - \frac{14,2}{50}\right) = 7°,9$$

la température atteinte au bout de 40 minutes est donc de $9°,8 + 7°,9 = 17°,7$. La courbe de la figure 1 a été déterminée de cette manière.

Si l'on prolonge la ligne ponctuée OA, qui représente l'élévation de température dans le cas où on n'aurait aucune perte de chaleur, jusqu'à ce qu'elle coupe la ligne horizontale de température finale, la longueur BD représente la *durée idéale d'augmentation de température* que l'on peut désigner par T_i.

Si, à l'origine, l'augmentation de température est θ_e, on a $T_i = \frac{\theta_f}{\theta_e}$.

Si on admet comme unité de temps la durée idéale d'augmentation de température, la table suivante, qui donne le rapport en centièmes de la température finale atteinte à la température idéale permet de tracer la courbe (voy. tableau, p. 86).

On voit, d'après le tableau et d'après la courbe 2, qu'après une durée de marche correspondant au triple

de la durée idéale, la température finale est atteinte à moins de 5 pour 100 près.

DURÉE EN FONCTION DE T_i.	θ_f ATTEINT EN CENTIÈMES.	DURÉE EN FONCTION DE T_i.	θ_f ATTEINT EN CENTIÈMES.
0	0	2,0	86,6
0,2	18,1	2,5	92,0
0,4	33,0	3,0	95,5
0,6	45,2	3,5	97,3
0,8	55,1	4,0	98,1
1,0	63,3	4,5	99,0
1,25	71,5	5,0	99,5
1,50	77,8		

Donc, pour déterminer la durée d'un essai de surélévation de température, il suffira de connaître ou d'estimer la température finale probable et la densité du courant. Dans le cas d'une dynamo à courant continu, on n'a qu'à

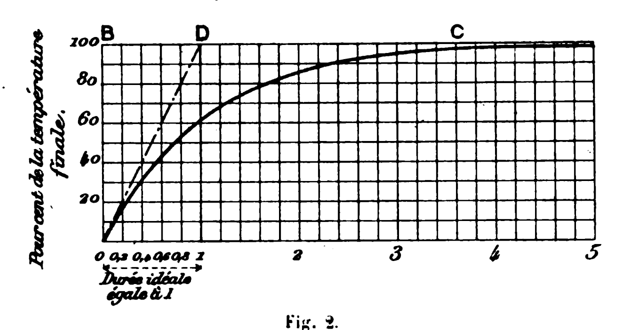


Fig. 2.

tenir compte des bobines inductrices, l'induit atteignant beaucoup plus vite sa température finale.

D'après la courbe, on voit que, pendant le temps correspondant à la durée idéale, la dynamo chauffe à peu près des 2/3 de la valeur maximum. D'après cela on peut déterminer approximativement l'accroissement de température en degrés par minute au commencement en divisant les 2/3 de θ_f par T_i : connaissant la densité du courant on peut en déduire la chaleur spécifique c_s qui dépend de l'épaisseur et de la nature de l'isolant. D'une série d'essais entrepris avec des dynamos à courant continu de divers types et de diverses puissances, l'auteur a pu dresser le tableau suivant qui donne les valeurs des durées idéales d'augmentation de température ainsi que le rapport de la chaleur spécifique des bobines à celle du cuivre pur.

PUISSANCE. CHEVAUX.	PUISSANCE. KW.	VOLTS.	TYPE DE LA MACHINE.	SECTION DU FIL EN MM².	DURÉE IDÉALE EN MINUTES.	DENSITÉ DU COURANT EN A : MM².	AUGMENTATION DE CHALEUR SPÉCIFIQUE DUE A L'ISOLANT.
»	750	500	ouverte. . .	10,2	105	1,28	1,22
»	500	500	— . . .	6,0	108	1,25	1,25
»	200	410	— . . .	5,3	138	1,25	1,25
»	100	410	— . . .	3,85	132	1,25	1,36
»	75	500	— . . .	1,16	75	1,58	1,42
»	55	85	— . . .	3,94	152	1,05	1,22
35	»	110	demi-fermée	2,14	260	1,00	1,35
4	»	440	fermée. . .	0,396	72	1,80	1,42
1,5	»	110	fermée. . .	0,396	83	1,65	1,60

Le fait bien connu que les grandes machines mettent beaucoup plus longtemps à atteindre leur température définitive que les machines de faible puissance trouve son expression dans la valeur de T_i, car le rapport du volume à la surface est plus petit dans les petites machines que dans les grandes; par exemple dans une machine de 2 kw ce rapport est presque moitié moins grand que dans une machine de 300 kw. Si donc il faut un essai d'élévation de température de 4 heures pour la première, la durée de l'essai doit être portée à 8,5 heures pour la seconde.

On peut admettre en pratique que des dynamos à bobines fixes qui ont été calculées pour une élévation de température finale de 50° mesurée par augmentation de résistance, atteignent cette température finale en un temps fonction de la densité de courant et résumé dans le tableau ci-dessous :

Durée de l'essai en heures.	Densité de courant en A : mm².
1	4,65
3	2,32
6	1,54
9	1,40

Élévation de température et refroidissement. — L'augmentation de température en degrés par minute A_t, lorsque l'élévation finale atteinte par la machine est t_t, est donnée, d'après ce qui précède, par la relation :

$$A_0\left(1-\frac{\theta}{\theta_f}\right)=A_0\frac{\theta_f-\theta}{\theta_f},$$

dans laquelle θ_f est l'élévation de température finale et A_0 l'accroissement de température en degrés par minute au commencement. Comme la durée idéale d'augmentation de température a été définie comme étant :

$$T_i=\frac{\theta_t}{A_0},$$

on a donc :

$$A_t=\frac{\theta_f-\theta}{T_i}.$$

Si la charge diminue brusquement, les pertes diminuent, de sorte que l'élévation finale de température diminue; θ_f peut être plus petit que θ, de sorte que A_t devient négatif et donne le refroidissement en degrés par minute; on peut alors tracer la ligne de refroidissement par points.

La courbe de la figure 3 a été tracée pour une température finale de 50° au commencement, tandis qu'ensuite la température finale, grâce à la diminution de la charge, n'atteint plus que 25°.

Sous le nom de courbe complète d'élévation de température et de refroidissement, on entendra l'élévation de température de 0 jusqu'au maximum θ_f et le refroidissement de θ_f à 0.

D'après la relation donnée plus haut, la chute de température au commencement du refroidissement A_t est donnée par la relation :

$$A_t' = \frac{\theta_f - 0}{T_i} = \frac{\theta_f}{\frac{\theta_f}{A_0}} = A_0,$$

c'est-à-dire égale à l'élévation au commencement, de sorte qu'il en résulte que la courbe de refroidissement est la reproduction en sens inverse de la courbe d'élévation de température, et le tableau peut encore servir. Il y a

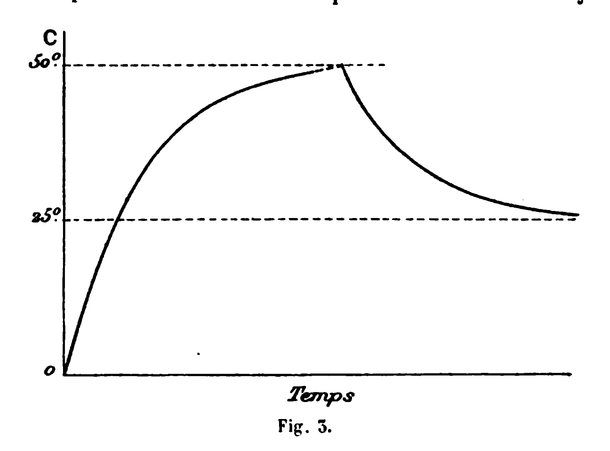


Fig. 3.

lieu cependant de remarquer que, dans le cas d'une machine rotative arrêtée, le refroidissement devient plus mauvais, car l'induit ne tourne plus et ne ventile plus. On peut admettre qu'au repos le coefficient A_0 a à peu près les 2/3 de la valeur qu'il a quand la machine tourne.

L'exemple suivant montre l'emploi de la table et de la courbe d'élévation de température de la figure 2.

Une dynamo à courant continu est supposée avoir un courant inducteur d'une densité de 1,35 A : mm², ce qui correspond à une élévation de température au commencement de 0,55 degré par minute et à charge normale; l'élévation finale de température est supposée de 45°, de sorte que la durée idéale de l'élévation de température est :

$$\theta_i = \frac{45}{0{,}55} = 82 \text{ minutes} = 1{,}36 \text{ heure}.$$

La machine doit être soumise aux régimes suivants :

1. Quatre heures au régime normal.

2. Une heure et demie à une surcharge de 25 pour 100 du courant, c'est-à-dire que les pertes seront de 56 pour 100 supérieures aux pertes normales.

3. Une demi-heure à une surcharge de 50 pour 100 du courant, c'est-à-dire que les pertes seront de 125 pour 100 supérieures aux pertes normales.

4. Deux heures à charge normale.

5. Quatre heures de repos.

6. Deux heures de fonctionnement pendant lesquelles les pertes seront la moitié des pertes normales.

On détermine les élévations de température θ_1, θ_2, θ_3 à la fin de chaque période de la manière suivante :

1° Quatre heures de pertes normales sont égales à

$$3 \, . \, 1{,}36 = 3\,T_i.$$

D'après la table au bout du temps $3\,T_i$ l'élévation est de 95 pour 100 de la température finale. On a donc :

$$\theta_1 = 0{,}95 \, . \, 45 = 43°.$$

2° Pour une augmentation de 56 pour 100 des pertes, l'élévation finale sera 1,56 fois plus forte que normalement, on aura donc :

$$1{,}56\,\theta_f = 1{,}56 \, . \, 45 = 70°,$$

ce qui correspondrait à une élévation de température :

$$70 - 43 = 27°,$$

et pour une durée de 1,30 heure correspondra :

$$\frac{1{,}5}{1{,}36} = 1{,}1\,T_i.$$

Pour cette valeur on trouve dans la table que l'on a $0{,}65\,\theta_f$,

$$0{,}65 \, . \, 27 = 17°.$$

On arrive donc à la valeur finale :

$$\theta_2 = 43 + 17 = 60°.$$

3° Pour des pertes 2,25 fois plus élevées, l'élévation finale de température est

$$\theta_{f3} = 2{,}25 \, . \, 45 = 102°.$$

De sorte que la température au commencement de cette période étant 60°, l'augmentation serait :

$$102 - 60 = 42°.$$

Une demi-heure correspond à :

$$\frac{0{,}5}{1{,}36} = 0{,}37\,T_i,$$

ce qui d'après la table correspond à $0{,}28\,\theta_f$ ou à

$$0{,}28 \, . \, 42 = 12°.$$

De sorte que l'élévation de température à la fin de la troisième période sera :

$$\theta_3 = 60 + 12 = 72.$$

4° A charge normale l'élévation finale est de 45°, l'élévation de température au commencement étant 72°, la chute totale sera :

$$72 - 45 = 27°,$$

et pendant deux heures :

$$\frac{2}{1{,}36} = 1{,}47\,T_i,$$

d'après la table, ceci correspond à 0,73 qu'il faut prendre négativement, on aura donc une chute de :

$$0{,}73 \, . \, 28 = 20°,$$

de manière que la valeur finale sera :

$$\theta_4 = 72 - 20 = 52°.$$

5° Quatre heures de repos : la température finale totale

est de 0° et la température au commencement de 52°, de sorte que la chute totale est de 52°.

Comme il n'y a pas ventilation, la durée idéale T_i doit être augmentée dans la proportion de 3 à 2, on aura donc :

$$T_i' = \frac{3}{2} 1,36 = 2,04 \text{ heures.}$$

Les quatre heures correspondent donc à :

$$\frac{4}{2,04} = 1,96\ T_i,$$

ce qui, d'après le tableau donne :

$$0,83\ \theta_{f_5} = 0,83 . 52 = 43°,$$

de sorte que la valeur finale est :

$$\theta_5 = 52 - 43 = 9°.$$

6° Pour des pertes diminuées de moitié, c'est-à-dire pour une excitation moindre, le moteur tourne plus vite, il se refroidit mieux et on peut l'estimer à 20 pour 100 de plus, de sorte que l'on a :

$$T_2 = \frac{1}{1,2} T_i = \frac{1,36}{1,2} = 1,13 \text{ heure.}$$

La température finale sera donnée par la relation :

$$\theta_f = \frac{\frac{1}{2} \cdot 45}{1,2} = 19°.$$

La température au commencement étant $\theta_5 = 9°$, l'élévation totale sera :

$$19 - 9 = 10°.$$

Deux heures de fonctionnement correspondent à

$$\frac{2}{1,36} = 1,78\ T_i,$$

et du tableau on tire 0,8 de sorte qu'on a :

$$0,8 . \theta_{f_6} = 0,8 . 10 = 8°.$$

De sorte que la valeur finale θ_6 est :

$$\theta_6 = 9 + 8 = 17°.$$

Moteur de grue. — Le service pour un moteur de grue, diffère du service de courte durée en ce que :

1° Le fonctionnement est plus ou moins périodique;

2° Les périodes de repos peuvent ne pas être assez longues, pour que le moteur prenne une température, même approchée, de la température de l'air.

Pour un coefficient de durée de fonctionnement de 30 pour 100, c'est-à-dire 3 secondes de charge et 7 secondes de repos, on peut admettre que, par suite de la courte durée du fonctionnement, l'augmentation de température est constante de sorte que si la charge reste constante, on trouve comme température finale 0,30 θ_f. La température finale est directement proportionnelle au rapport de la durée de la charge à la durée d'une période.

Comme les conditions de refroidissement à cause du repos ne sont que les 2/3 des conditions d'élévation de température, les 7 secondes de refroidissement équivalent à $\frac{2}{3} \cdot 7 = 4,7$ secondes de refroidissement en marche, de sorte que la durée de la période est de $3 + 4,7 = 7,7$ secondes au lieu de 10 secondes.

Pour l'induit, l'action du refroidissement au repos n'est que le 1/4 du refroidissement en marche, de sorte que les 7 secondes de repos n'ont que l'influence de $\frac{1}{4} \cdot 7 = 1,8$ seconde de marche, et la durée de la période complète équivaut à $3 + 1,8 = 4,8$ secondes.

Pour cette raison, dans un moteur de grue, on peut proportionnellement charger plus le champ inducteur que l'induit.

Afin de voir quelle importance a l'essai habituel d'une heure (auquel on procède en Amérique), on emploie la formule donnant T_i et on trouve qu'après une heure pour un moteur de 1,5 kilowatt, la température des inducteurs atteint 63 pour 100 de leur température finale et 80 pour 100 dans l'induit, tandis que pour un moteur de 37 kilowatts la température des inducteurs, au bout d'une heure a atteint 56 pour 100 et celle de l'induit 75 pour 100.

Il en résulte que, lors de l'essai d'une heure, la température atteint la température finale qui serait due à une charge :

De 60 pour 100 de la normale dans les inducteurs d'un moteur de 1,5 kw.

De 50 pour 100 de la normale dans l'induit d'un moteur de 1,5 kw.

De 31 pour 100 de la normale dans les inducteurs d'un moteur de 38 kw.

De 31 pour 100 de la normale dans l'induit d'un moteur de 38 kw.

L'essai d'une heure est donc plus dur pour de petits moteurs ouverts que pour des grands moteurs ouverts; pour avoir des résultats identiques l'essai devrait durer :

1,33 heure pour une machine puissante ouverte;

1,5 heure pour une petite machine enfermée;

2 heures pour une machine puissante enfermée.

Pour avoir une donnée sur le coefficient de durée de charge admissible, on peut procéder comme il suit. On note le temps que la machine met pour s'échauffer à charge normale de 40° à 60° et, de même, le temps qu'elle met au repos pour se refroidir de 60° à 40°, on peut alors calculer le coefficient de durée de charge pour que l'élévation de température ne dépasse pas 50° en divisant la durée de l'augmentation de température (de 40° à 60°) par la somme de cette durée et de la durée du refroidissement (pour passer de 60° à 40°). F. L.

Téléphones de l'Industrie électrique :

RÉDACTION : N^{os} **812-89.**

ADMINISTRATION : N^{os} **704-44.**

TRACTION

PAR

COURANT CONTINU ET PAR COURANT ALTERNATIF

Dans un long article consacré à cette question, M. Lamme fait bien ressortir les avantages relatifs du courant continu et du courant alternatif dans la traction des chemins de fer, question à l'ordre du jour en tous pays, et plus que jamais discutée aux États-Unis depuis l'adoption du courant continu par le *New-York Central,* et du courant alternatif simple par la *Pensylvania Railroad C°* (¹).

On sait que l'application du courant continu est limitée par la valeur de la tension, et, bien qu'on ait tendance à l'accroître, on n'a pas poussé très loin cette augmentation, puisque la tension employée était de 500 volts il y a 15 ans, et qu'elle dépasse rarement, de nos jours, 650 volts en service. Les difficultés qui s'opposent à une augmentation notable de tension ne proviennent pas de la construction des moteurs, pour lesquels on pourrait facilement atteindre 1500 volts (²). L'emploi de tensions élevées affecterait aussi les groupes transformateurs, surtout si ce sont des commutatrices, et encore plus les appareils de commande ou régulateurs de vitesse.

Si on s'en tient à 1500 volts pour les moteurs, l'expérience montre que la construction actuelle ne peut pas empêcher la formation d'un arc entre balais, et on n'y peut obvier qu'au prix d'importantes modifications dans la construction des moteurs; par exemple, on pourrait adopter des circuits magnétiques complètement lamellés, éviter les circuits locaux fermés, et, pour les circuits électriques, éviter dans l'induit les circuits secondaires de faible résistance.

Quant aux inducteurs, on les munirait d'enroulements compensateurs, destinés à neutraliser autant que possible l'effet magnétisant de l'induit.

Ce type spécial de moteurs à courant continu est précisément celui qui a été étudié pour les premières applications du courant alternatif, et il fonctionne avec ce dernier de manière convenable, sans excès de dépense appréciable. Ces considérations ont pour conséquence de priver le courant continu d'un peu de ses avantages vis-à-vis du courant alternatif simple.

L'auteur poursuit son étude comparative des deux systèmes en passant à la production et aux transformations de courant.

Pour la production du courant continu à haute tension, il est possible de construire des génératrices à 1500 volts, mais la construction de commutatrices pour une tension aussi élevée présente des difficultés nouvelles : un arc tend à se former entre balais, et, à 1500 volts, la production de l'arc serait presque inévitable en service.

La construction des génératrices à courant continu à haute tension elle-même n'est pas sans présenter des difficultés, qu'on comprendra bien si l'on songe qu'en service ces machines fonctionneront avec un pôle à la terre, et qu'il sera bien difficile, dans ces conditions, d'en maintenir l'isolement.

La supériorité du système à courant alternatif simple ne tient pas aux avantages du moteur lui-même, mais à la faculté d'employer pour la ligne la tension qui convient, tout en donnant aux moteurs une tension appropriée qu'il est facile de régler.

M. Lamme fait observer que, par suite de ses conditions de fonctionnement, le moteur à courant alternatif simple à collecteur doit être d'excellente construction, et qu'on ne peut le comparer qu'aux meilleurs moteurs à courant continu.

Dès lors, on se demande si on ne retire pas, par l'alternatif, plus de bénéfices des perfectionnements et des soins qu'il faut, de toute nécessité, apporter à la construction du matériel à courant continu, soit qu'on veuille en faire un moteur à courant continu pour haute tension, soit qu'on veuille en faire un moteur à courant alternatif, et l'auteur conclut à l'avantage de cette dernière solution, qui permettra d'établir des moteurs fonctionnant sous tension beaucoup plus élevée au besoin, et démarrant sous tension réduite au moyen de transformateurs.

L'auteur signale ensuite qu'on a mis en doute la possibilité de construire les moteurs à courant alternatif simple pour lourde traction, et particulièrement pour le service des chemins de fer; mais il invoque l'expérience des constructeurs pour répondre positivement à cette question.

Le système à courant alternatif simple est déjà consacré par la pratique, et son emploi exclusif entraîne une notable économie sur les installations mixtes comportant des commutatrices, en raison du prix élevé du matériel des sous-stations nécessaires à de pareilles exploitations mixtes; laissant de côté l'usine génératrice, l'auteur estime que, dans la plupart des cas, l'avantage du système à courant alternatif simple au point de vue du prix de première installation, va de 10 à 30 pour 100.

Quant à l'exploitation elle-même, les équipements à courant alternatif simple ont encore un avantage économique certain sur les moteurs à courant continu lorsque le réglage rhéostatique y est notablement employé.

Nous ne devons pas oublier, en terminant, que ces considérations, développées par M. Lamme dans le *Street Railway Journal* du 6 janvier, et reprises par nos confrères américains comme un passionnant objet de discussions techniques, émanent d'un des plus déterminés champions du courant alternatif simple. Mais les arguments qu'il passe en revue s'inspirent d'une expérience aussi parfaite du courant continu que du courant alter-

(¹) La décision de cette dernière Compagnie a même donné lieu à d'intéressantes polémiques, sur lesquelles nous aurons à revenir prochainement.

(²) La preuve en a été faite par les essais de la maison Rieter, de Winterthur.

natif, ce qui leur donne une valeur évidente, que sanctionneront, sans doute, les expériences en cours.

P. L.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Emploi de l'électricité dans les machines à produire le froid. — Les machines à produire le froid actionnées électriquement constituent une charge idéale pour les stations centrales, car leur emploi le plus fréquent a lieu pendant les jours d'été les plus clairs et les plus chauds. La réfrigération fait de grands progrès à Londres, en particulier dans les laiteries.

Dans un discours récemment prononcé par M. Goddard sur « la relation des stations centrales avec les machines à produire le froid actionnées électriquement », on trouve des comparaisons intéressantes entre les coûts résultant de l'emploi de la glace et respectivement d'une installation de réfrigération mue par l'électricité.

Dans l'un des cas, le coût annuel de glace pour une laiterie s'était élevé à 4000 fr, tandis qu'avec l'emploi d'une installation actionnée par l'électricité il n'a fallu dépenser que 3750 fr.

En plus du prix de revient plus faible, il y a plusieurs avantages procurés par l'électricité, principalement dans la grande commodité, la mise en marche facile et le maintien parfait de la température.

Dans une épicerie on a pu réduire le coût de la réfrigération de 475 fr par an à 225 fr par l'emploi de l'électricité.

Dans une droguerie on a obtenu une réduction de 8000 à 5000 fr, et dans un restaurant de 3250 à 2250 fr.

On voit facilement combien cette méthode est plus avantageuse que l'emploi de la glace.

Essais de fils isolés au caoutchouc. — Il y a tant de différence dans les qualités des caoutchoucs actuellement dans le commerce, qu'il est intéressant de voir les moyens employés par une Compagnie américaine d'assurance contre l'incendie, pour arriver à essayer tous les fils recouverts de caoutchouc qui lui sont soumis. Ces essais ont pour but d'empêcher l'introduction dans le commerce de tout fil qui n'arrive pas à égaler comme qualité le type demandé par la Compagnie. Elle propose de former une Commission portant le nom de Bureau de contrôle des fils, qui serait composée de six membres. Cette Commission élaborerait un cahier des charges pour la réception des fils isolés au caoutchouc, et elle nommerait aussi des inspecteurs électriciens, qui visiteraient les salles d'essai des divers fabricants afin de voir si les fils répondent bien aux spécifications du bureau. On apposerait des marques particulières de réception qui montreraient que les fils ont supporté les épreuves spécifiées par le Bureau, et pour couvrir les dépenses nécessaires, on ferait payer l'apposition des cachets de réception par les différents manufacturiers, au taux de 1 pour 100 par 30 m de fil essayé. Ces cachets seraient alors attachés par les manufacturiers eux-mêmes, et serviraient de garantie pour le fil ou le câble.

Un nouveau système de contact superficiel. — Ce système diffère par un point seulement des procédés bien connus. L'inventeur a cherché avant tout à réduire la masse ou la dimension des électro-aimants employés sur les tramways, et par ce moyen, il a pu réduire aussi l'énergie dépensée.

Après le passage de la voiture sur un plot, le système de contact qui a été mis en action par l'électro-aimant principal, est maintenu par un aimant permanent, trop faible par lui-même, pour produire l'attraction initiale.

Un autre électro-aimant accroché derrière la voiture envoie un flux de sens opposé à celui de l'aimant permanent, il démagnétise l'armature de l'interrupteur, qui de suite rompt le contact. Il reste à prouver que tous les systèmes d'aimants permanents que l'on emploiera continueront d'agir efficacement et ne se désaimanteront pas. Un des avantages principaux du système ordinaire est que, lorsque le circuit de l'électro-aimant est rompu accidentellement, tous les interrupteurs s'ouvrent et les plots ne peuvent pas rester actifs, mais il est facile de prévoir des cas où l'électro-aimant situé à l'arrière ne fera pas tomber l'interrupteur, et où l'aimant permanent maintiendra le plot en activité jusqu'à ce que la voiture suivante vienne à passer.

L'effort de M. Waggot de réduire la masse de l'appareil de prise de courant d'un système de contacts superficiels électromagnétiques est louable, mais on ne peut pas encore parler avec certitude d'une telle invention.

Emploi de l'électricité dans la marine américaine. — Le journal *American Electrician* contient un article intéressant de M. Brookes sur ce sujet; nous en donnerons les points les plus saillants :

La station centrale est répartie en deux chambres séparées, chacune pourvue de générateurs, pompes, condenseurs, etc., qui sont reliées de telle manière, qu'en cas d'accident on peut alimenter les câbles de l'une des salles de machines par ceux de l'autre.

La tension adoptée pour les moteurs est de 125 volts. Les électromoteurs au-dessus de 5 kw sont du type multipolaire, la variation de vitesse permise entre la marche à vide et la marche à pleine charge atteint 9 pour 100 pour les moteurs au-dessous de 4 kw et 6 pour 100 pour ceux au-dessus.

Les balais sont en charbon, ils ne doivent pas supporter plus de 7,5 ampères par cm^2 à pleine charge. Les moteurs sont munis de disjoncteurs qui sont enclenchés avec le levier du rhéostat de démarrage, de sorte qu'on ne peut les manœuvrer, que lorsque le démarreur est dans la position de repos. Il faut que toutes les matières isolantes

entrant dans la construction des appareils de mise en marche soient incombustibles et incapables de se dégrader à l'humidité ou sous une élévation de température de 150° C. Les rhéostats doivent être prévus pour ne pas s'échauffer à plus de 100° C au-dessus de l'air ambiant lorsqu'ils supportent le courant de pleine charge.

Chaque tourelle est manœuvrée au moyen de deux moteurs blindés enroulés en dérivation, attaquant la tourelle par vis sans fin. On interpose un embrayage à friction dans l'accouplement pour empêcher les chocs sur le moteur à l'arrêt de la tourelle.

Pour pointer un canon de 30 cm, un moteur blindé enroulé en dérivation commande une vis tournant dans un écrou qui élève ou abaisse le canon.

Pour réduire au minimum le percement des cloisons étanches, on emploie plusieurs petits ventilateurs qui permettent de diminuer le nombre de soupapes automatiques et de tuyaux qui seraient nécessaires si on employait un seul grand ventilateur et des conduits de ventilation.

Les grues pour petits bateaux. — L'énergie pour la manœuvre des grues est généralement fournie par deux moteurs enroulés en série, l'un pour élever la charge, l'autre pour faire tourner la grue.

Les extrémités de l'arbre moteur sont munies de freins magnétiques du type à disque assez puissants pour maintenir la charge maxima de la grue. Les moteurs sont manœuvrés au moyen d'un combinateur à deux cylindres, un cylindre pour chaque moteur.

On rencontre aussi sur le pont de petits treuils employés pour élever les escarbilles, ils sont généralement actionnés par un moteur blindé type série ou compound, commandant par deux trains d'engrenage l'arbre portant les manivelles, cet arbre peut être immobilisé par un frein mu par le pied. Ces treuils sont étudiés pour élever 1100 kg à la vitesse de 9,5 m par minute. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 22 janvier 1906.

Sur l'ébullition de l'osmium, du ruthénium, du platine, du palladium, de l'iridium et du rhodium. — Note de M. Henri Moissan (*Extrait*). — La méthode industrielle employée aujourd'hui pour la séparation des différents métaux de la famille du platine est à peu de chose près celle qui a été indiquée par Wollaston [1], mais la fusion du platine dans un four en chaux au moyen d'un chalumeau alimenté par le gaz d'éclairage et l'oxygène, fusion indiquée par Deville et Debray [2], a rendu très facile le travail du platine et de ses alliages. Cette méthode a permis de fondre le platine en évitant la présence du silicium et d'étudier aussi la fusion et la volatilité des différents métaux de cette famille. Ces savants ont reconnu ainsi que le palladium était plus fusible que le platine et que le rhodium et l'iridium [1] pouvaient être fondus aussi dans les mêmes conditions bien qu'avec plus de difficulté. Nous tenons à rappeler, pour montrer l'importance de ce procédé, qu'il a permis d'obtenir les nombreux échantillons en platine iridié préparés par la Commission internationale du mètre.

Depuis les recherches de Deville et Debray, Joly et Vèzes [2] ont pu fondre l'osmium considéré longtemps comme infusible, grâce à l'emploi de l'arc électrique. De même, Joly [3] a obtenu la fusion du ruthénium et il a remarqué que, dans les conditions où il s'était placé, la volatilisation était insignifiante.

La température fournie par le chalumeau oxhydrique a été impuissante pour fondre ces deux métaux. C'est qu'en effet, lorsqu'il s'agissait de métaux réfractaires facilement oxydables, comme l'osmium ou le ruthénium, le chalumeau oxhydrique ne pouvait plus être employé.

La combustion de l'hydrogène dans l'oxygène fournit de la vapeur d'eau, c'est-à-dire un milieu oxydant qui intervient dans un grand nombre de réactions. Au contraire, lorsque l'on emploie un arc électrique puissant, au milieu d'un four en chaux, il se dégage d'une façon constante des torrents d'hydrogène, de vapeurs de calcium, une certaine quantité d'oxyde de carbone et l'on obtient ainsi un milieu réducteur. De plus, la température de l'arc, étant beaucoup plus élevée que celle du chalumeau oxhydrique, nous permettait de pousser plus loin cette étude.

Nos expériences ont été réalisées au moyen de notre modèle de four électrique, sans enceinte de charbon, présenté à l'Académie le 12 décembre 1892 [4], modèle qui n'a pour lui que son extrême simplicité, et nous n'avons pas utilisé le four électrique décrit en collaboration avec M. Violle le 13 mars 1893, et plus spécialement réservé à des expériences de physique [5]. (Suit le détail des expériences.)

Conclusions. — Tous les métaux de la famille du platine sont rapidement fondus, puis portés à l'ébullition dans notre modèle de four électrique avec des courants qui varient de 500 à 700 ampères sous 110 volts. Si nous partons de 150 g de métal, la fusion s'opère en 1 ou 2 minutes et l'ébullition régulière est atteinte avant 4 minutes. On recueille sur le tube de cuivre traversé par un rapide courant d'eau froide qui se trouve au-dessus

(1) Wollaston, *Transactions philosophiques*, 1819, et *Annales de chimie et de physique*, 2e série, t. XLI, 1829, p. 403.

(2) Deville et Debray, Du platine et des métaux qui l'accompagnent (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. LVI, 1859, p. 385).

(1) Deville et Debray, De la métallurgie du platine et des métaux qui l'accompagnent (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. LXI, 1861, p. 5).

(2) Joly et Vèzes, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 577.

(3) Joly, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 430.

(4) Moissan, Description d'un nouveau four électrique (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1031, 12 décembre 1892).

(5) H. Moissan et J. Violle, Sur un four électrique (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 549, 13 mars 1893).

du creuset des sphérules métalliques, des lames cristallines et le plus souvent un feutrage de très petits cristaux visibles seulement au microscope. Tous ces métaux liquides dissolvent du carbone qu'ils abandonnent par le refroidissement sous forme de graphite. Le plus difficile à distiller de tous ces métaux est l'osmium. Le palladium, qui est plus facilement fusible que le platine, ne paraît pas plus volatil que le platine ou le rhodium.

Le tableau suivant résume les expériences comparables de nos recherches :

	MASSE EN G.	TEMPS EN MIN.	COURANT EN AMPÈRES.	TENSION EN VOLTS.	MASSE DE MÉTAL DISTILLÉ EN G.
Osmium	150	5	700	110	29
Ruthénium	150	5	500	110	10
Platine	150	5	500	110	12
Palladium	150	5	500	110	9,60
Iridium	150	5	500	110	9
Rhodium	150	5	500	110	10,20

En terminant l'exposé de ces études, il nous reste un devoir agréable à remplir, celui de remercier M. G. Matthey, de Londres, qui a eu la bienveillance de mettre à notre disposition les échantillons coûteux de ces métaux rares dont une partie a été volatilisée dans nos expériences. Notre étude n'a été possible que grâce à son aimable intervention.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 7 février 1906.

La séance est ouverte à 8h 45m sous la présidence de M. Bouty, président.

Après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Lauriol sur **l'Éclairage avec courants alternatifs à diverses fréquences**. Des expériences ont été faites à l'usine municipale des Halles avec un transformateur tournant donnant une fréquence variant de 25 à 50, et pour les fréquences plus élevées en utilisant le courant alternatif de ce secteur qui fonctionne avec 88 périodes par seconde.

Les essais ont porté sur des lampes à arc et des lampes à incandescence de divers systèmes; on observait non seulement l'éclairement général obtenu, mais aussi celui d'un disque à secteurs alternativement noirs et blancs.

A la fréquence 25, une lampe à filament de carbone de 10 bougies à 110 volts donne un papillottement qui, sans être gênant, est très appréciable; à la fréquence 50, il disparaît même pour les lampes de 5 bougies.

Les lampes au tantale donnent les mêmes effets que la lampe au carbone; du reste les constructeurs la recommandent peu pour les courants alternatifs.

Pour les lampes à arc on a essayé trois systèmes de lampes : la lampe ordinaire, les lampes avec charbons à flamme de M. Blondel et enfin des lampes triphasées à trois charbons.

A la fréquence 25 l'éclairage est franchement insupportable, quelle que soit la lampe; à la fréquence 33 on a les mêmes effets atténués, à 40 on observe un petit papillottement, à 50 il est très faible et à 88 il disparaît complètement.

M. Lauriol a cependant vu sur le réseau du Nord-Lumière, qui marche à la fréquence 25, une lampe à flamme donnant un scintillement à peine visible; ce qui semble montrer que l'on peut arriver à un certain résultat dans cette voie.

M. Lauriol donne ensuite lecture d'un rapport de M. Blondel sur la meilleure fréquence à adopter dans les futurs grands réseaux de distribution d'énergie.

En premier lieu pour les distributions régionales M. Blondel conseille la fréquence 33 qui est tout indiquée, car on peut passer aisément aux fréquences 25 ou 50.

Au contraire, pour les distributions urbaines la fréquence 50 est à recommander pour l'éclairage; mais pour transformer l'énergie et avoir du courant continu, il faut renoncer aux commutatrices et employer des moteurs-générateurs qui ne sont pas avantageux.

M. le président remercie M. Lauriol de son intéressant exposé et donne la parole à M. Villard sur **Les rayons cathodiques dans le champ magnétique.** M. Villard reprend de très anciennes expériences de Hittorff, il rappelle que les rayons cathodiques semblent s'enrouler autour du champ magnétique, il explique la chose de la façon suivante : un rayon cathodique est par hypothèse la trajectoire d'un projectile lancé par un objet chargé négativement; certains physiciens pensent même que ce projectile n'est autre chose qu'une masse électrique, et cette masse varie avec la vitesse dont elle est animée. Si on suppose un projectile de ce genre arrivant perpendiculairement dans un champ uniforme, il va subir l'influence des lignes de force de ce champ, et M. Villard démontre qu'il décrira une circonférence; cela se vérifie du reste très bien expérimentalement en employant un gaz convenablement choisi, en particulier l'oxygène qui devient fluorescent. Dans un champ qui n'est pas uniforme, le problème est beaucoup plus complexe; M. Villard analyse également ce cas général.

En essayant d'enrouler des rayons dans des champs intenses, M. Villard a remarqué qu'ils se transforment, et il a appelé rayons *magnéto-cathodiques* ceux qui suivent toujours les lignes de force. Ces nouveaux rayons ne paraîtraient pas transporter de charges électriques.

M. Villard s'est servi de ce phénomène pour donner une explication des aurores boréales : il pense que, pour une cause quelconque, il y a des rayons cathodiques dans l'atmosphère terrestre : ces rayons subissent l'influence du champ magnétique terrestre et tendent à s'enrouler autour; il montre aussi comment des variations du

potentiel peuvent produire la danse des rayons, comme on le remarque pendant les aurores boréales. Ces hypothèses sont confirmées par des expériences que M. Villard répète devant la Société et qui valent au savant conférencier de nombreux applaudissements.

La séance est levée à 10h 15m. A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Les Télégraphes en Europe, par E. Guarini. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1905, — Format : 240 × 155 mm ; 68 pages. — Prix : 5 fr.

Le franco-italien-belge-américain M. Émile Guarini nous paraît être de l'école de notre vieil ami Hugène, le touche à tout. Si cependant sa spécialité est aussi universelle, il a, du moins jusqu'ici, sur lui la supériorité de ne pas s'y faire mordre ; c'est quelque chose vis-à-vis de la galerie. Après des travaux sur les diverses applications de l'électricité à la culture et sur l'électro-métallurgie du fer et de l'acier, il publie aujourd'hui, sous le titre ci-dessus, une petite étude sur l'*État des télégraphes en Europe en* 1905, fascicule de vulgarisation, sans grande portée scientifique ni technique,... histoire de ne pas se laisser oublier. L'auteur étant professeur à l'École d'Ingénieurs de Lima, on aurait pu attendre de lui plutôt une étude sur la télégraphie américaine ou tout au moins péruvienne qui n'eût pas manqué d'intérêt ; mais, le télégraphe abrégeant les distances, c'est de là-bas que nous viennent, suivant le prospectus, les renseignements les plus récents sur les télégraphes des divers pays d'Europe. Ce fascicule étudie successivement, disent les éditeurs, les lignes, l'appareillage des bureaux (parafoudres, commutateurs, transmetteurs, récepteurs, systèmes duplex et multiplex, relais, appareils de mesures et d'essais, etc.), les principaux réseaux télégraphiques, la télégraphie et la téléphonie simultanées, et tout cela en 68 pages ! C'est prodigieux ; mais 5 francs pour ces 68 pages, c'est cher ! — Qu'on ne se le dise pas !

E. Boistel.

Motive Power and Gearing for electrical Machinery (Puissance motrice et Commande pour machines dynamo-électriques, par Tremlett Carter. — 2e édition. *The Electrician*, éditeur, Londres, 1905. — Format : 22 × 14 cm ; 672 pages. — Prix : 16 fr.

Pour un livre substantiel et compact, celui-ci en est un, et il y a tout à gagner à son étude. L'électricité étant aujourd'hui une des branches les plus importantes (en attendant qu'elle en devienne la maîtresse branche) de la mécanique, et son objet étant la production, le transport, la distribution et l'application de l'énergie, sous cette forme, aux besoins de la civilisation, les conditions spéciales d'établissement des organes destinés à la produire et particulièrement les adaptations des ateliers de construction et les dispositions mécaniques qu'elle peut nécessiter doivent tout d'abord retenir l'attention. De même que la construction des machines de navires et des locomotives exige de la part de l'ingénieur une étude spéciale de la machine à vapeur au point de vue de la marine et des chemins de fer, de même le choix et l'appropriation de la puissance motrice à mettre le plus avantageusement en œuvre et la commande des machines qu'elle doit actionner imposent à l'ingénieur électricien une sérieuse étude à ce point de vue.

L'objet de ce volume est précisément de placer sous les yeux du lecteur, en un langage aussi simple que le permet une œuvre consciencieuse et complète, un résumé des principes scientifiques et de la pratique moderne qui régissent l'emploi des dynamos. Tout en s'appliquant à être utile à ceux qui ont charge de monter ou de diriger des installations privées, le principal objectif de l'auteur a été, il ne le dissimule pas, l'installation et le fonctionnement des grandes stations centrales destinées à l'alimentation des exploitations publiques d'éclairage, de tramways et de chemins de fer.

L'ouvrage comprend six parties dans lesquelles sont individuellement discutées, théoriquement et pratiquement, les principales sources de puissance applicables aux machines électriques, savoir : — après les principes fondamentaux et l'énoncé précis du problème, — la machine à vapeur, — les machines à gaz et à huiles minérales, — la puissance hydraulique, — puis les commandes intermédiaires, — la dernière étant dévolue à la description de quelques stations électriques modernes typiques. Une constante référence aux résultats acquis dans la pratique moderne sert de guide à l'auteur, et de nombreux tableaux, fournissant des données exactes empruntées aux plus récents comptes rendus d'établissement et de fonctionnement de stations d'énergie électrique, viennent justifier sa préoccupation essentielle et justifier ses chiffres.

Ce livre est pour nous un des plus importants de la « Série » bien connue de *The Electrician* ; nous lui devions l'hommage que nous sommes heureux de lui rendre.

E. Boistel.

Manuel de la fabrication des Accumulateurs, par Grünwald. Traduction de l'allemand par Grégoire. — *Desforges*, éditeur, Paris, 1906. — Format : 19 × 12 cm ; 218 pages. — Prix : 5 fr.

Ce volume, dont la première traduction française paraît aujourd'hui, est loin d'être aussi neuf en Allemagne, du moins comme première édition, et le fait seul qu'il est publié ici sur la troisième édition allemande successivement mise au point et à jour dit assez le succès qu'il a

rencontré dans son pays d'origine. Il le doit certainement en partie à son titre qui annonce, non pas un traité, toujours plus ou moins abstrait dans sa partie théorique, de l'accumulateur au plomb, mais des données pratiques sur la manière de le construire. Si imparfait que soit encore, et sans doute pour toujours, ce précieux appareil, il a cependant été, dans ces dernières années, l'objet de quelques progrès de fabrication qui en ont notablement augmenté la surface massique utile et, par suite, la capacité massique. On a de même reconnu la nécessité de modifier le support de la matière active suivant la condition positive ou négative de la plaque. Quant à cette matière active elle-même, si elle est toujours à peu près la même, elle paraît cependant différer un peu, d'une maison à une autre, moins par sa nature que par certains tours de main soigneusement tenus secrets et objet d'une louable discrétion de la part du personnel flottant de cette industrie. Aussi les ouvrages comme ceux-ci ne paraissent-ils pas appelés à en bénéficier beaucoup, et si, comme résultat, on semble avoir aujourd'hui atteint une limite qu'on ne paraît guère devoir dépasser, l'impossibilité d'en établir et d'en démontrer la cause laisse encore de beaux jours aux chercheurs spécialistes et aux écrivains spéciaux.

Ce que cependant peuvent faire ces derniers, c'est de soigner un peu plus le côté, non pas matériel, mais littéraire de leurs écrits, et nous engageons bien vivement, dans son propre intérêt, l'auteur de cette traduction à faire revoir attentivement ce qui est de son cru personnel et se reproduit trop fidèlement et sous toutes couleurs dans les prospectus et articles bibliographiques qui annoncent ou accompagnent son livre. L'acheteur éventuel ne pourra qu'en être mieux impressionné.

E. Boistel.

L'Année électrique, par le Dr Foveau de Courmelles. — *Ch. Béranger*, éditeur, Paris, 1906. — Format : 19×12 cm; 333 pages. — Prix : 3,50 fr.

Tout en visant un but spécial et personnel habilement indiqué en second rang dans son titre complet, « L'Année électrique, *électrothérapique et radiographique* » a cela de bon, que, en faisant du bien à son auteur, elle répond, en même temps, une fois par an à cette éternelle question des gens du monde : « Qu'y a-t-il de nouveau en électricité? ». Sans doute, elle ne satisfera jamais ces amateurs, toujours inassouvis, qu'intéressent seules les grandes découvertes à une par siècle et qui attendent de l'électricité qu'elle soit par elle-même source propre et unique d'énergie; mais elle montre aux hommes sérieux, de bonne foi et plus patients, la progression, parfois lente, mais incessante de la science et de ses applications qui, sans étonner ni bouleverser le monde, rendent chaque jour de nouveaux services à l'ingrate humanité. Après plusieurs autres tentatives du même genre et du même titre, cette publication en est maintenant à sa sixième année d'existence, et entre ainsi dans la troisième période d'un bail de trois, six, neuf, toujours renouvelable à la volonté des preneurs. En diminuant de volume grâce au choix d'un papier moins épais, elle devient plus abordable à tous égards et la proportion médicale de son contenu diminue, ce qui la rend plus intéressante pour bien des gens, et notamment pour le public électricien.

Son sous-titre « Revue annuelle des progrès électriques en 1905 » est honnête, mais a besoin d'être signalé à l'attention des lecteurs que pourrait très naturellement tromper le millésime du livre « 1906 » au-dessous de « L'Année électrique », en le rajeunissant, apparemment, d'une année.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

355 946. — **Elektricitäts Actiengesellschaft vorm. Lahmeyer und Cº.** — *Procédé pour la production de variations dans l'intensité et dans la position du champ des moteurs à collecteur à courant alternatif simple* (6 juillet 1905).

356 020. — **Johnson.** — *Machine électrique* (10 juillet 1905).

356 023. — **Basset.** — *Générateur thermo-chimique d'électricité* (10 juillet 1905).

356 048. — **Elektricitäts Actiengesellschaft vorm. Lahmeyer und Cº.** — *Dispositif pour la limitation de la vitesse angulaire dans les moteurs série à courant alternatif* (11 juillet 1905).

356 049. — **Elektricitäts Actiengesellschaft vorm. Lahmeyer und Cº.** — *Procédé pour la production de variations dans la grandeur et la position du champ des moteurs à collecteur à courant alternatif polyphasé* (11 juillet 1905).

356050. — **Siemens Schuckert Werke Gesellschaft Haftung.** — *Système d'enroulement pour machines électriques à commutateur* (11 juillet 1905).

356 057. — **Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.** — *Système de réglage pour machines à courant alternatif à commutateur* (11 juillet 1905).

355 814. — **Smith.** — *Appareil d'épreuve pour la découverte d'étincelles électriques* (1er juillet 1905).

355 827. — **Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.** — *Système de commutation permettant d'utiliser des machines à courant continu* (3 juillet 1905).

355 856. — **Meunier.** — *Transformateur convertisseur de courants électriques* (4 juillet 1905).

355857. — **Meunier.** — *Appareil combinateur pour connexions électriques* (4 juillet 1905).

355 902. — **Guénée.** — *Nouveau coupe-circuit* (25 janvier 1905).

355 942. — **Iliovici.** — *Analyseur de courbes de courant alternatif* (6 juillet 1905).

356 028. — **Boitelet et Spigel.** — *Isolant électrique et son procédé de fabrication* (10 juillet 1905).

356 186. — **Mendoza et Bueno.** — *Charbon pour lampes électriques à arc* (24 septembre 1904).

356 216. — **Société Stockbridge Electric C°.** — *Utilisation des impulsions électriques pour les signaux* (18 juillet 1905).

356 143. — **Ateliers Thomson-Houston.** — *Système de contrôle de moteur électrique* (10 juillet 1905).

356 149. — **Ateliers Thomson-Houston.** — *Moteur électrique à plusieurs vitesses* (13 juillet 1905).

356 200. — **Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.** — *Mode de réglage des moteurs à courants alternatifs avec collecteur au moyen d'un montage en série parallèle* (18 juillet 1905).

356 231. — **Société Siemens Schuckert Werke G. m. b. H.** — *Disposition s'appliquant aux moteurs monophasés à collecteur pour faire éviter la formation d'étincelles* (19 juillet 1905).

356 261. — **Parsons.** — *Perfectionnements à la marche en parallèle des dynamos* (20 juillet 1905).

356 162. — **Macku.** — *Commutateur* (13 juillet 1905).

356 232. — **Société Siemens et Halske A. G.** — *Conducteur pour courant alternatif* (19 juillet 1905).

356 249. — **Elliason.** — *Interrupteurs* (19 juillet 1905).

356 159. — **Petit.** — *Plaques galvaniques pour moulage mécanique* (13 juillet 1905).

356 242. — **Albert.** — *Préparation de matrices et de blocs d'impression* (19 juillet 1905).

350 203. — **Gabeaud.** — *Perfectionnements aux téléphones* (3 octobre 1904).

356 380. — **Meyer.** — *Enregistreur d'appels téléphoniques* (25 juillet 1905).

356 406. — **Société allemande R. Stock und C°.** — *Disposition pour bureaux téléphoniques avec fiches* (25 juillet 1905).

356 268. — **Doria-Pamphili.** — *Perfectionnements aux dynamos à courant alternatif* (14 juin 1905).

356 396. — **Gardiner.** — *Plaque d'accumulateurs* (25 juillet 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société des procédés Gin pour la métallurgie électrique. — Cette Société a été constituée le 19 décembre 1905. Elle a pour objet : 1° Les études techniques, la démonstration industrielle, la cession et l'exploitation sous toutes les formes et en tous pays, des procédés de M. Gin pour les fabrications électriques de l'aluminium, de l'acier, des ferro-alliages, des métaux et alliages à basse teneur en carbone et du carbure de calcium; 2° la demande, l'obtention, la conservation et la protection des brevets pris ou à prendre pour les procédés formant l'objet social; 3° l'exploitation, la cession totale ou partielle des brevets par vente ou octroi de licences ou par voie d'apport à des Sociétés existantes ou à créer; 4° l'acquisition, la création ou la location d'usines pour les fabrications que comporte l'exploitation des procédés formant l'objet social; 5° la constitution de Sociétés d'exploitation ou leur fusion avec des Sociétés existantes; 6° la prise et la cession d'intérêts ou de participations dans toutes Sociétés minières, industrielles, financières, dont les opérations se rattacheraient directement ou indirectement à celles de la Société; l'achat et la vente d'actions desdites Sociétés; 7° l'achat et la vente des minerais et métaux; les applications diverses des métaux et alliages produits; 8° et toutes opérations quelconques se rattachant à l'objet social et susceptibles d'en augmenter les produits.

Cet objet pourra être étendu, sans être changé dans son essence, par décision de l'Assemblée générale prise sur la proposition du Conseil d'administration.

Le siège social est établi à Paris, 4, rue de Lévis. Il pourra être transféré dans la même ville par simple décision du Conseil d'administration et dans toute autre ville par délibération de l'Assemblée générale des actionnaires, sur la proposition du Conseil d'administration. Le siège est déjà transféré rue de Rome, n° 149.

La durée de la Société est fixée à 30 ans depuis le jour de sa constitution. Cette durée pourra être prorogée par délibération de l'Assemblée générale, réunie extraordinairement sur la proposition du Conseil d'administration.

M. Gin, tant en son nom personnel qu'au nom d'un groupe de co-participants, dont il est seul représentant, apporte à la Société la toute propriété des brevets ci-après :

1° Un brevet d'invention délivré à M. Gustave Gin à compter du 21 mars 1903, sous le n° 330 484 pour *Procédé de fabrication électrolytique de l'aluminium.*

Même brevet : Anglais du 14 janvier 1903, n° 964. — Allemand du 21 août 1902, n° 148 627. — Autrichien du 21 mars 1902, n° 16 365. — Canadien du 22 octobre 1902, n° 81 671. — Aux États-Unis du 14 janvier 1902, n° 763 479. — Hongrois du 24 mars 1903, n° 28 590. — Italien du 9 septembre 1902, n° 64 966. — Norwégien du 17 mars 1903, n° 12 397. — Suédois du 10 mars 1903, n° 16 675. — Suisse du 27 mars 1903, n° 28 550.

2° Un brevet d'invention délivré à M. Gustave Gin à compter du 25 juillet 1903, sous le n° 334 152 pour *Fabrication d'aluminium.*

3° Un brevet d'invention délivré à M. Gustave Gin à compter du 30 mars 1904, sous le n° 342 101 pour un *Four électrique destiné à la transformation de la fonte de fer en acier.*

Même brevet : Allemand, 10 avril 1903, n° 148 253 — Anglais, 22 mars 1904, n° 8216. — Hongrois, 28 mars 1904, n° 31 011. — Belge, 4 juin 1903, n° 170 736. — Espagnol, 5 avril 1904, n° 33 743. — Canadien, 30 mars 1904, n° 89 540. Aux États-Unis, 1er juillet 1903, n° 771 872. — Italien, 15 avril 1904, n° 71 786. — Norwégien, 28 mars 1904, n° 18 488. — Suisse, 23 février 1904, n° 30 230 (provisoire).

Un certificat d'addition au brevet français 342 101, pris le 3 août 1904, sous le n° 3550.

4° Un brevet d'invention demandé en Autriche le 28 juin 1904, sous le numéro provisoire 39 633 pour *Perfectionnements aux fours électriques destinés à l'affinage de l'acier.*

5° Un brevet d'invention délivré à M. Gustave Gin en Allemagne le 12 janvier 1902, sous le n° 139 306 pour *Procédé de fabrication des ferro-alliages au moyen des scories métallurgiques.*

Même brevet : Autrichien du 27 mars 1901, n° 13 551. — Aux États-Unis du 17 avril 1901, n° 712 925. — Russe du 26 mars 1901, n° 13 753 (provisoire).

6° Un brevet d'invention délivré à M. Gustave Gin à compter du 10 décembre 1904, sous le n° 316 772 pour *Fabrication électrique de ferro-alliages avec production simultanée d'oxydes alcalins ou alcalino-terreux.*

Même brevet : Allemand du 24 février 1903, n° 145 506. — Anglais du 3 juin 1902, n° 12 702. — Aux États-Unis du 7 juillet 1902, n° 755 875. — Russe du 16 janvier 1902, n° 8584.

Une addition au brevet français 316 772 prise le 21 mars 1902.

7° Un brevet d'invention délivré à M. Gustave Gin à compter du 21 février 1903, sous le n° 326 438 pour *Procédé de traitement électro-métallurgique de minerais silicatés de manganèse.*

8° Un brevet d'invention délivré à M. Gustave Gin à compter du 13 août 1902, sous le n° 320 258 pour *Procédé de traitement des phosphates de chaux en vue de la fabrication du ferrophosphore ou des phosphores des métaux analogues.*

Même brevet allemand du 28 mai 1902, n° 156 087.

9° Un brevet d'invention délivré à M. Gustave Gin à compter du 22 juin 1904, sous le n° 344 202, pour un *Nouveau procédé de fabrication du nickel ou de ses alliages.*

Une addition audit brevet prise le 26 septembre 1905.

10° Un brevet d'invention délivré à M. Gustave Gin à compter du 22 juin 1904, sous le n° 344 203 pour un *Procédé nouveau de traitement des minerais de nickel et appareil pour le réaliser.*

11° Un brevet autrichien, du 6 septembre 1904, n° 39 977, pris pour *Perfectionnements aux fours électriques destinés a la production et à l'affinage des métaux.*

Même brevet : Belge du 2 septembre 1904, n° 179 281. — Allemand du 2 janvier 1905, G. n° 20 766 (provisoire).

12° Un brevet d'invention demandé par M. G. Gin en Allemagne le 3 mai 1905, sous le n° G. 21 147 pour *Procédé de fabrication électro-métallurgique des métaux ou alliages exempts de carbone.*

Même brevet : demandé en Autriche le 27 mars 1905. — Pris en Norvège, le 29 mars 1905, n° 14 453. — Demandé en Angleterre le 18 avril 1905. — Demandé aux États-Unis le 26 avril 1905. — Pris au Canada le 27 avril 1905, n° 94 109. — Demandé en Suisse le 29 août 1905.

13° Un brevet d'invention demandé par M. G. Gin en Allemagne le 13 mai 1905, sous le n° G. 21 289 pour *Perfectionnements dans les fours électriques destinés à la fabrication des aciers.*

14° Un brevet d'invention demandé par M. G. Gin en Allemagne le 24 août 1905 sous le n° G. 21 790, pour *Perfectionnements aux électrodes métalliques des fours électriques.*

B. Le bénéfice de toutes négociations qu'il aurait pu entamer pour l'exploitation des brevets apportés notamment avec M. Wilhelm Bruninghaus, à Werdohl (Westphalie) et MM. Siemens et Halske, Aktien Gesellschaft et la Société Lahmeyer de Francfort-sur-le-Mein pour l'exploitation du brevet allemand n° 148 253.

C. Le bénéfice des pourparlers engagés avec les ci-après nommés :

1° M. Rachot pour la chute de Saint-Léger (Savoie) d'une puissance de 3000 poncelets.

2° MM. Geza Gara, Iriez Adolf et Mme Vve Pulsky pour la cession éventuelle des chutes de Petroszeny (Hongrie) dont la puissance est évaluée à 11 200 poncelets.

3° M. Hiorth et les propriétaires de la chute de Tysso près d'Hardanger (Norvège) dont la puissance est évaluée à 30 000 poncelets.

4° M. Muller Landsmann et le Dr Muller, de Zurich, pour la fabrication de l'acier en utilisant les chutes de l'Oberhasli (Suisse) dont la puissance est évaluée à 52 000 poncelets.

5° M. Muller Landsmann et le Dr Muller de Zurich pour la fabrication des ferro-alliages dans l'usine qui utilisera la puissance de l'Urbach près Innert Kirchen (Suisse).

6° M. Birgly en vue de la formation d'une Société pour le traitement des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie;

7° MM. Farinet, député italien, à Aoste, et Luigi Cravetto, maître de forges, à Ivrea, pour l'utilisation, en vue de la fabrication de l'acier et des ferro-alliages, des chutes situées sur la Dora Baltea et l'Evançon, près Verrès (Haute-Italie) et aussi de diverses chutes susceptibles d'être captées dans la vallée d'Aoste.

D. Et généralement le bénéfice à retirer de toutes les négociations en cours pour les fabrications faisant partie de l'objet social en tous pays et précisément en Allemagne, en Suède, aux États-Unis et au Canada.

M. Gin s'engage en outre à faire bénéficier gratuitement la Société de toutes inventions nouvelles qu'il pourra mettre à jour et qui se rapporteraient à la partie essentielle de l'objet social.

En représentation et pour prix des apports qui précèdent, il est attribué à M. Gin : 1° 680 actions de 1000 fr chaque, entièrement libérées, à prendre sur celles composant le capital social; 2° 1680 parts bénéficiaires; une somme de 44 305,80 fr pour remboursement de ses frais de voyages, recherches, études de chutes et de force motrice.

Le capital social est fixé à 900 000 fr, divisé en 900 actions de 1000 fr chaque, sur lesquelles 680 sont remises entièrement libérées à M. Gin, les 220 autres étant souscrites en espèces.

Il est créé 1680 parts bénéficiaires également remises à M. Gin pour prix de partie de ses apports. Il ne pourra être créé d'autres parts bénéficiaires. A toute époque, mais après dix exercices pleins, la Société pourra, après décision de l'Assemblée générale extraordinaire, prise sur la proposition du Conseil d'administration, racheter les parts bénéficiaires. Ce rachat sera effectué moyennant un prix calculé en capitalisant à 5 pour 100 le revenu moyen attribué aux parts dans les trois exercices précédents, sans que ce prix soit inférieur à 1000 fr.

La Société est administrée par un Conseil composé de trois membres au moins et de sept au plus, pris parmi les actionnaires et nommés par l'Assemblée générale. Les administrateurs sont nommés pour six ans, sauf l'effet du renouvellement alternatif qui commencera après la première période sexennale.

Chaque administrateur doit être propriétaire, pendant toute la durée de son mandat, de 10 actions nominatives, inaliénables et déposées dans la caisse sociale. Ces actions sont affectées en totalité à la garantie des actes de la gestion.

Le Conseil d'administration est investi des pouvoirs les plus étendus pour agir au nom de la Société et faire toutes opérations relatives à son objet,

Il est nommé chaque année par l'Assemblée générale un ou plusieurs commissaires, conformément à l'article 32 de la loi du 24 juillet 1867.

L'Assemblée générale se réunit de droit chaque année dans le courant du premier trimestre et extraordinairement toutes les fois que le Conseil en reconnaît l'utilité. Elle est composée des actionnaires possédant ou représentant au moins cinq actions.

L'année sociale commence le 1er janvier et se termine le 31 décembre; le premier exercice comprendra le temps écoulé entre la constitution de la Société et le 31 décembre 1906.

Les produits nets annuels de la Société, déduction faite de toutes charges et amortissements, constituent les bénéfices. Sur ces bénéfices il est prélevé :

1° 5 pour 100 pour la réserve légale;

2° Somme nécessaire pour servir à toutes les actions un intérêt de 5 pour 100 pour la partie dont elles sont libérées ;

3° Somme fixée par l'Assemblée générale sur la proposition du Conseil d'administration et destinée éventuellement à l'amélioration et l'agrandissement des moyens de production;

4° Et sur la totalité desdits bénéfices, il est également prélevé 10 pour 100 au profit du Conseil d'administration.

Le surplus des bénéfices sera réparti entre les actions et les parts de fondateurs dans la proportion de 75 pour 100 aux actions et 25 pour 100 aux parts.

Le Conseil d'administration est composé de MM. Gin; comte Léon de Moltke, propriétaire, à Paris, 24, avenue de l'Alma; Albert Véniard, notaire honoraire, 2, rue Eugène-Manuel, à Paris.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

56 969. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 341 10 Mars 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Sous-station électrique des sous-sols de la gare Saint-Lazare. — La Compagnie de l'Ouest, ayant décidé de créer une installation électrique dans les sous-sols de la gare, pour satisfaire aux besoins d'une partie de la gare et de l'hôtel Terminus, chargea la Société Westinghouse d'étudier un projet en ce sens.

Cette dernière Société proposa à la Compagnie de l'Ouest un projet très bien compris et dont voici les lignes principales.

La sous-station comprend :

1° Deux groupes moteur-générateur de 150 kw, composés chacun par un moteur triphasé de 168 kw à enduit enroulé et par une génératrice à courant continu de 150 kw à 125 v;

2° Deux groupes moteur-générateur de 60 kw, composés chacun par un moteur de 67 kw à induit enroulé, et par une génératrice à courant continu à 125 volts;

3° Douze transformateurs monophasés de 67 kw chacun, ramenant le courant de 5000 à 200 volts, et constituant quatre groupes triphasés de 200 kw, de 500 à 200 volts;

4° Trois groupes de survolteurs-dévolteurs constitués chacun par un moteur à courant continu de 22 kw à 125 volts et une génératrice de 22 kw, pouvant donner sa puissance à des tensions variant entre 15 et 20 volts;

5° Deux batteries d'accumulateurs de 1500 A-h chacune, sous 125 volts fonctionnant comme batteries-tampons;

6° Un tableau à haute tension, courant alternatif, pour l'arrivée des lignes et la commande des transformateurs du côté haute tension;

7° Un tableau à basse tension, courant continu et alternatif.

L'ensemble de ces appareils a été fourni par la Société Westinghouse, à l'exception de deux groupes moteur-générateur qui existaient déjà à la Compagnie de l'Ouest et de deux batteries d'accumulateurs fournies par la maison Tudor.

Le courant nécessaire à cette sous-station provient de l'usine des Moulineaux appartenant à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

Cette usine d'une puissance de 6000 kw, fournit des courants triphasés à 25 p : s, 5000 volts composés et distribue l'énergie à un certain nombre de sous-stations, parmi lesquelles celle dont nous nous occupons.

Ce courant est amené des Moulineaux à la gare Saint-Lazare par deux câbles triphasés pouvant marcher en parallèle ou l'un servant de réserve à l'autre. Le courant d'arrivée est donc du courant alternatif à 5000 volts, tandis que le courant de distribution est du courant continu à 125 volts.

Cette transformation du courant est obtenue au moyen de transformateurs Westinghouse à bain d'huile.

Les moteurs triphasés sont d'une puissance de 168 kw à 200 volts 25 p : s à induit enroulé, pour démarrage avec résistance intercalée dans le rotor.

Les machines à courant continu sont des dynamos-shunt à 150 volts et 485 t : m en pleine charge.

Le but à atteindre en l'espèce était d'arriver à produire un éclairage aussi parfait que possible et pour cela obtenir une tension constante à 2 ou 3 pour 100 près.

Ce résultat a été atteint au moyen de survolteurs-dévolteurs. Ces appareils ont été calculés pour maintenir la tension constante dans tous les cas qui peuvent se présenter dans une exploitation de ce genre. Il peut en effet se produire des baisses de tension à la station centrale des Moulineaux ou des variations de fréquence, et même des interruptions du courant alternatif; dans ce dernier cas, ce sont les batteries seules qui fournissent l'énergie totale et les survolteurs doivent compenser la chute de tension qui en résulte.

Ces survolteurs comportent trois enroulements inducteurs, un shunt et deux séries; l'un des enroulements série, est parcouru par le courant fourni par les machines tandis que l'autre enroulement est parcouru par le courant total débité par la sous-station, mais comme ce courant total peut atteindre 3000 ampères, il aurait été difficile de faire un enroulement pouvant les supporter. Pour éviter cet inconvénient, on a branché cet enroulement aux bornes d'un shunt intercalé dans les barres collectrices du tableau, de sorte qu'on fait passer dans l'un des enroulements série des survolteurs, non le courant total de la ligne, mais un courant proportionnel au débit.

L'installation comporte deux tableaux : 1° un tableau haute tension ; 2° un tableau basse tension.

Le tableau haute tension comprend le panneau d'arrivée de lignes et le panneau de commande des transformateurs. Ces panneaux portent des disjoncteurs à huile, les ampèremètres et les voltmètres.

Le tableau à basse tension comprend quatre panneaux à courant alternatif dont deux pour des départs à 100 et 200 volts, et deux pour la commande des moteurs des groupes générateurs ;

Dix panneaux à courant continu, dont quatre pour les générateurs de 150 à 60 kw, trois pour les survolteurs, deux pour les batteries, et un panneau de charge. Chaque machine a son panneau, ce qui permet d'éviter des fausses manœuvres.

Le tableau est en outre disposé pour que l'un quelconque des trois survolteurs puisse agir sur l'une quelconque des batteries, il en résulte que l'un des survolteurs se trouve en réserve; il est également possible de remplacer l'un des survolteurs en marche, sans arrêter pour cela le débit de la batterie correspondante.

En résumé, cette installation doit toujours fonctionner sans jamais s'arrêter complètement, même quelques instants, et c'est en vue de ce résultat qu'a été faite l'étude de la distribution.

La Compagnie Westinghouse a habilement installé cette sous-station dans un local de dimensions restreintes qui lui avait été fourni par la Compagnie de l'Ouest : l'éclairage qui doit avoir lieu de jour et de nuit, étant donné l'emplacement en sous-sol, est obtenu au moyen de lampes à incandescence et de lampes à vapeur de mercure.

Concours d'odotachymètres. — M. le baron Henri de Rothschild ayant offert à l'Académie des Sports une somme de mille francs à attribuer à la suite d'un Concours en un ou plusieurs prix à celui ou à ceux des meilleurs « odotachymètres » (appareil indiquant simultanément le chemin parcouru et la vitesse instantanée), la Commission technique de l'Automobile-Club de France a été chargée d'élaborer le règlement, d'étudier l'organisation et de procéder à la nomination du jury de ce Concours. D'après ce règlement, ce Concours international aura lieu le 1er *mai* 1906 et jours suivants. Une somme de *mille francs* sera attribuée en un ou plusieurs prix à celui ou à ceux des appareils répondant le mieux aux conditions du Concours. Les inscriptions seront reçues jusqu'au 15 *avril* 1906, au Bureau de la Commission technique de l'Automobile-Club de France, 6, place de la Concorde, à Paris. Dans le cas où le nombre des inscriptions serait inférieur à *trois*, la Commission se réserve de reporter le Concours à une date ultérieure.

Les inscriptions devront être accompagnées d'une somme de *cinquante francs* par appareil engagé, somme destinée à couvrir les frais des essais.

En outre, les concurrents devront fournir une description et un dessin détaillés de leurs appareils. Ces documents devront être rédigés en langue française et seront après le Concours conservés par la Commission technique.

Les concurrents seront tenus de présenter, à leurs frais, chaque appareil engagé monté sur une voiture automobile, d'un type agréé par la Commission.

Câbles souterrains fonctionnant à 27 000 volts. — Le développement rapide des transports d'énergie électrique a conduit à des modifications nécessaires du matériel des lignes aériennes. Au début, celui employé sur les lignes télégraphiques était à peu près suffisant, mais bientôt, avec l'accroissement simultané des tensions et des intensités, on dut recourir à l'emploi d'isolateurs spéciaux et de pylônes métalliques de solidité toujours plus grande.

Ces lignes aériennes, qui paraissaient jusqu'ici les seules possibles économiquement pour ces transports, ne sont pas sans présenter de sérieux inconvénients. Elles sont encombrantes, difficiles à établir à la traversée des lieux habités : en outre, elles sont exposées aux troubles atmosphériques contre lesquels les meilleurs appareils de protection ne sont pas toujours efficaces. Enfin, elles ne sont pas sans présenter des dangers de contact avec les personnes.

A mesure que ces lignes aériennes augmentaient en importance et en coût linéaire, l'écart de dépense entre elles et les lignes souterraines tendait à se niveler. Il restait à démontrer que ces dernières étaient capables de fonctionner en service normal sous les tensions sanctionnées pour les câbles aériens, sans cependant qu'il fût nécessaire de donner au câble des dimensions incompatibles avec une saine économie. Convaincus par leurs essais et leur expérience antérieure que ce problème pouvait être largement résolu, MM. Geoffroy et Delore n'hésitèrent pas à courir tous les risques d'un essai de cette nature, poursuivi dans des conditions normales d'exploitation. On trouvera plus loin (p. 109) les résultats de cette expérience dont on peut tirer deux conclusions intéressantes.

Elle montre d'abord qu'il est possible de dépasser, et de beaucoup, les tensions voisines de 10 000 volts qui sont, à l'heure actuelle, les limites de quelques rares applications.

Elle établit en outre qu'une fabrication exclusivement française, n'ayant rien emprunté à l'expérience acquise ailleurs, peut atteindre des résultats très supérieurs à ceux obtenus n'importe où jusqu'à ce jour. Les constructeurs auraient quelque droit de montrer une légitime fierté.

Condensateurs sans armatures métalliques. — Voici une expérience qui suffirait à démontrer, si cela n'était pas aujourd'hui superflu, que l'énergie d'un condensateur est tout entière dans le diélectrique et que les armatures métalliques ne sont pas indispensables pour l'y introduire ou l'en retirer. M. *W. A. D. Rudge* a démontré, ce que l'on savait déjà d'ailleurs, qu'une lampe à incandescence peut constituer un condensateur en la recouvrant extérieurement d'une feuille d'étain, l'air raréfié intérieur agissant comme une seconde armature. Mais M. Rudge est parvenu à supprimer la feuille d'étain en la remplaçant par une seconde enveloppe dans laquelle on fait le vide, lequel vide est suffisant lorsque la pression ne dépasse pas celle correspondant à 1 cm de

mercure. Il va sans dire que dans chaque enveloppe intérieure et extérieure, plonge une tige métallique, un fil de platine constituant l'un des pôles du condensateur. On peut changer le degré de vide et même renouveler les gaz raréfiés entre la charge et la décharge sans modifier sensiblement la quantité d'électricité fournie à la décharge. L'expérience prouve seulement que l'air raréfié est conducteur et peut remplacer l'armature métallique sur chacune des faces du diélectrique.

Chemin de fer à courant alternatif simple en Suisse. — L'installation électrique du chemin de fer de Locarno à Bignasco vient d'être confiée à la Société des ateliers d'Oerlikon.

La longueur de la ligne à voie de 1 m est de 27,5 km et la pente maximum de 33 millièmes; on doit pouvoir y remorquer des trains pesant 57 tonnes. La tension du courant alternatif simple sera de 6000 v et l'administration a admis l'emploi de cette tension, vu les excellents résultats de l'essai (à 13 000 v) entrepris sur la ligne Seebach-Wettingen.

Statistique des stations centrales allemandes de distribution d'énergie électrique. — Ainsi qu'elle le fait chaque année, l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 15 février donne la statistique détaillée des stations de l'empire. Outre les diverses indications relatives à la puissance des usines, la nature des moteurs, etc., la statistique donne cette année-ci des renseignements sur les prix de vente de l'énergie électrique. Cette statistique est suivie des tableaux d'ensemble suivants :

SYSTÈMES DE DISTRIBUTION.	NOMBRE DE STATIONS	PUISSANCE EN KILOWATTS.		
		DES MOTEURS.	DES ACCUMUL.	TOTALE.
Courant continu et accumulateurs.	920	231 596	81 462	313 058
Courant continu sans accumulateurs	44	2 960	»	2 960
Courant alternatif (simple ou diphasé)	43	38 718	460	39 178
Courants triphasés	75	87 666	1 640	89 306
Générateurs monocycliques	2	1 030	152	1 182
Systèmes mixtes :				
Courant triphasé et continu	66	146 756	23 780	170 536
Courant alternatif et continu	16	8 768	882	9 650
TOTAUX	1175	517 494	108 376	625 870

Les 1175 stations centrales sont établies dans 1133 localités. Pour quelques petites usines il manque les indications relatives aux puissances, mais l'erreur qui en résulte est absolument négligeable.

Nature de l'énergie motrice.	Nombre des usines.	Puissance totale en kw.
Vapeur	630	411 716
Eau	125	15 582
Gaz	124	11 120
Moteurs Diesel	8	1 280
Électricité (d'une autre centrale)	7	2 380
Vent	1	220
Systèmes mixtes :		
Eau et vapeur	219	61 692
Eau et gaz	18	1 572
Vapeur et gaz	26	5 167
Eau et essence	6	180
Eau et moteurs Diesel	2	120
Eau, vapeur et gaz	4	625
Gaz, vapeur et essence	2	120
Eau, vapeur et essence	1	70
Électricité et vapeur (l'électricité provenant d'une autre centrale)	8	5 670
Totaux	1175	517 494

Quant à leur puissance totale les stations centrales se subdivisent comme l'indique le tableau suivant :

Puissance.	Nombre des stations centrales d'après la puissance des moteurs seuls.	d'après la puissance totale accumulateurs compris.
Au-dessous de 100 kw	670	484
De 101 à 500 kw	359	480
De 501 à 1000 —	63	108
De 1001 à 2000 —	32	46
De 2001 à 5000 —	27	31
Au-dessus de 5000 kw	24	26
Total	1175	1175

Le nombre total d'appareils branchés sur les réseaux est :

Lampes à incandescence de 50 w	6 301 728
Lampes à arc de 10 A	121 912
Électromoteurs, en kw	228 475

Ce qui correspond à 13 108 542 lampes à incandescence ou à 655 427 kw.

Le nombre total des compteurs est de 269 722.

Le tableau suivant indique année par année depuis 1888, date à laquelle les statistiques ont commencé, le nombre d'usines mises en service.

Fin 1888	15
1889	7
1890	8
1891	13
1892	22
1893	31
1894	36
1895	63
1896	74
1897	106
1898	152
1899	142
1900	144
1901	94
1902	84
1903	82
1904	62
1905	40
Total	1175

Il y a dans les statistiques, sous le titre de stations centrales en construction, environ 540 usines dont actuellement le tiers est en service; en outre il y a environ 80 stations sur lesquelles on n'a pu obtenir aucun renseignement, de sorte que le total des usines allemandes actuellement en service peut être évalué à 1500 environ. Il existe en Allemagne 53 usines ayant une puissance de plus de 2000 kw, elles sont installées dans 40 villes et ont une puissance totale de 330 203 kw. Le tableau suivant montre les progrès qu'ont faits les installations depuis 1894.

ANNÉE.	NOMBRE D'USINES.	NOMBRE DE LAMPES A INCANDESCENCE DE 50 WATTS BRANCHÉES.	NOMBRE DE LAMPES A ARC DE 10 AMPÈRES BRANCHÉES.	PUISSANCE EN CHEVAUX DES MOTEURS BRANCHÉS.
1894	148	493 801	12 357	5 635
1895	180	602 986	15 396	10 254
1897	265	1 025 785	25 024	21 809
1898	375	1 429 601	32 586	35 867
1899	489	1 940 744	41 172	68 629
1900	652	2 623 893	50 070	106 368
1901	768	3 403 205	64 278	141 414
1902	870	4 200 203	84 891	192 059
1903	939	5 050 584	95 415	218 953
1904	1028	5 687 582	110 856	263 036
1905	1175	6 301 718	121 912	310 428



Distributions à très hautes tensions en Amérique. — L'*Elektrische Bahnen und Betriebe* donne la liste suivante des distributions américaines à très hautes tensions.

NOMS.	ÉTATS.	LONGUEUR DE LA TRANSMISSION EN MILES.	TENSION EN VOLTS.	FRÉQUENCE.	PUISSANCE EN KW.	
					ACTUELLE.	DÉFINITIVE.
Columbia improvement C°	Washington(1).	75	55 000	60	30 000	»
Animas electric power C°	Colorado	88	50 000	60	4 400	8 800
Winnipeg general power C°	Canada	107	60 000	60	5 700	19 000
Electrical developpement C° Ontario	Canada	126	60 000	25	40 000	83 000
Washington water power C°	Washington(1).	160	60 000	60	4 500	4 500
Guanajuato power and electric C°	Mexique	162	60 000	60	3 000	6 000
Kern river power C°	Californie	176	67 500	50	11 000	»
Mexican light and power C°	Mexique	277	60 000	50	30 000	50 000

(1) Ne pas confondre avec la ville de Washington dans le district de Columbia.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

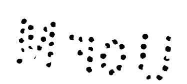
Alais (Gard). — *Traction électrique.* — Il paraîtrait que la question des tramways électriques serait sur le point d'aboutir. Les travaux, qui se monteront à près de 4 millions, vont commencer au printemps, c'est-à-dire en avril ou mai.

Avallon (Yonne). — *Traction électrique.* — Nous avons tenu nos lecteurs au courant de l'important projet de chemins de fer électriques à installer dans le département de l'Yonne. M. Breuillé, ingénieur des ponts et chaussées de l'Yonne, auteur de l'avant-projet des lignes à construire, a donné, dans une conférence qu'il a faite, sur celui-ci et sur tout ce qui a été fait pour le mener à bonne fin, les explications les plus intéressantes et les plus complètes.

Il a dit qu'à l'heure actuelle, l'avant-projet en question, longuement et mûrement étudié sous toutes ses faces, était prêt et qu'il entrerait dans la période d'exécution dès que la mise à l'enquête aurait été faite. Il a ajouté, toutefois, que cette mise à l'enquête ne pourrait être ordonnée que lorsque toutes les communes auraient voté les contingents qui vont leur être très prochainement demandés.

M. Breuillé a encore exposé que, bien que le contingent global des communes ait été fixé, en chiffres ronds, à 6000 fr par km, on ne réclamera à celles-ci que des subventions évaluées d'après leurs propres ressources et les avantages qu'elles pourront retirer de la mise en exploitation des lignes et non d'après le nombre de kilomètres construits sur leur territoire.

L'honorable ingénieur a ensuite vivement engagé les communes à voter sans retard leurs contingents respectifs. Il a dit que, si elles ne le faisaient pas, la mise à l'enquête n'aurait pas lieu, et que, pour longtemps encore, l'Avalonnais se trouverait privé des voies de communication dont il a un besoin si urgent. Selon lui, en effet, ce n'est pas avant 1925 que le département pourrait disposer de fonds lui permettant d'exécuter le second programme des chemins de fer dans lequel seraient infailliblement reléguées nos lignes, si elles étaient en ce moment refusées par les communes qu'elles doivent traverser.



M. Breuillé s'est également appesanti sur les bienfaits considérables que l'agriculture, le commerce et l'industrie retireraient de l'exécution du réseau projeté, et il a parlé de la facilité que chacun aurait de pouvoir, grâce à l'usine électrique de Cure, se procurer à bon compte de l'éclairage électrique et de la force motrice.

A propos de l'établissement de l'usine dans le village de Cure, M. Breuillé, réfutant les critiques d'esprits malveillants, a déclaré que ce n'était point pour favoriser certains intérêts particuliers que ce village avait été choisi, mais bien parce qu'il est le seul endroit où l'on puisse établir la chute d'eau de 64 m de hauteur, nécessaire à la Compagnie concessionnaire pour produire l'énergie électrique que réclame l'exploitation des lignes projetées.

Avant de terminer son très remarquable exposé, M. l'ingénieur des ponts et chaussées a, une fois de plus, insisté pour que les communes s'imposent les sacrifices qui leur sont demandés, et il a prévenu celles qui jugeraient à propos de n'en rien faire, qu'elles s'exposeraient, dans le cas où les lignes seraient quand même construites, à se voir priver de gare, ce qui ne serait pas sans entraîner de gros désagréments pour leurs habitants.

M. Breuillé, écouté avec l'attention la plus soutenue et la plus sympathique par l'auditoire, a été très vivement applaudi.

A l'issue de la réunion, il a mis à la disposition des assistants le dossier complet de l'affaire dont il venait de parler, et chacun a pu alors se rendre compte de l'importance et de l'utilité des lignes projetées, lignes dont le sort est désormais entre les mains des conseils municipaux des communes intéressées.

Bolozon (Ain). — *Station centrale.* — Nous apprenons qu'une société demande actuellement l'autorisation d'établir sur la rivière d'Ain une usine électrique destinée à fournir la force motrice à de nombreuses communes et à la ville de Bourg.

Cette usine sera construite à proximité du village de Bolozon, où l'eau parviendrait par un souterrain qui aurait son origine sur le territoire de la commune de Granges.

Pour faciliter la navigation sur l'Ain, la Société qui sollicite la concession créerait au lieu dit des Pertuis une nouvelle écluse sur le récent modèle des canaux français. De cette façon, la navigation sur l'Ain serait notablement améliorée.

Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales). — *Chemin de fer électrique.* — Il paraîtrait que le ministre des travaux publics vient d'accorder un crédit de 4 500 000 fr pour la construction du chemin de fer électrique de Villefranche à Bourg-Madame et pour les travaux du barrage du grand réservoir des Bouillouses.

Lompnieu (Ain). — Dans sa dernière séance, le Conseil municipal de Lompnieu a approuvé le traité passé entre M. le maire et M. le directeur de la Société française des forces motrices hydrauliques du Rhône pour l'éclairage électrique de cette commune.

Une somme de 1000 fr a été votée à titre de subvention à la Société concessionnaire.

Millau (Aveyron). — *Eclairage électrique.* — Dernièrement (voy. *L'Industrie électrique* du 25 octobre 1905), nous avons annoncé que la ville de Millau avait décidé de confier l'étude de ses installations électriques à un ingénieur-conseil; nous sommes heureux d'apprendre aujourd'hui que ce travail a été confié à MM. Routin et Mouraille, ingénieurs bien connus, depuis longtemps choisis par plusieurs municipalités, entre autres celles de Grenoble et de Chambéry.

LES TRAMWAYS DE MARSEILLE [1]

Le réseau concédé à la Compagnie en vertu du décret du 28 janvier 1901, et qui comporte un total d'environ 99 km de lignes, est complètement exécuté à l'heure actuelle, sauf un petit embranchement du chemin du Rouet à la gare du Prado. A ce réseau sont venus se joindre, en vertu des décrets de substitution des 12 décembre 1901 et 11 mai 1903, la ligne du boulevard Dugommier à la Pomme, primitivement concédée par le département à M. Marius Cayol, et la ligne des allées de Meilhan à la gare Saint-Charles, primitivement rétrocédée par la ville de Marseille à M. Charles Poncy.

D'autre part un décret en date du 26 mars 1904 ayant concédé à notre Compagnie la ligne de Saint-Marcel à Aubagne, cette ligne importante a été exécutée dans le courant de l'année dernière et ouverte à l'exploitation le 16 janvier 1905.

Enfin, la Compagnie a été amenée à reprendre de la Compagnie des chemins de fer de l'Est-Marseille, qui se trouvait dans une situation financière difficile, la ligne du marché des Capucins à Saint-Pierre, dont le matériel à vapeur était arrivé à l'extrême limite de durée, et cette ligne, en vertu d'un décret de rétrocession en date du 2 août 1904, a été entièrement transformée pour la traction électrique en moins de trois mois et livrée à l'exploitation dès la Toussaint de 1904.

Le réseau ainsi complété comporte un développement total utile de 117,214 km et la longueur des voies, y compris les doubles voies, raccordements et garages, atteint actuellement plus de 200 km.

Malgré l'importance relative de ce réseau, certains quartiers suburbains, notamment au nord et à l'est de la ville, ne sont pas encore desservis; aussi, pour répondre aux sollicitations pressantes des populations intéressées, la ville de Marseille et la Compagnie ont-elles été amenées à signer, à la date du 25 janvier 1905, une convention relative à la création d'un réseau complémentaire.

Ce réseau, dont le projet est actuellement soumis à l'examen des pouvoirs publics, comprend 24 lignes urbaines et 10 lignes suburbaines d'une longueur totale d'environ 52 km.

Voies. — La voie ferrée du réseau comporte actuellement plusieurs types, savoir :

1° La voie Humbert, constituée par des rails à gorge d'un profil spécial et de 27 kg:m posés sur coussinets en fonte avec traverses métalliques. Ce type de voie existait lors de la traction animale et a été renforcé simplement par l'application des joints coulés d'après le procédé Falk ainsi que par l'augmentation du nombre des traverses. L'expérience a démontré que, malgré ce renforcement, la voie Humbert était manifestement insuffisante pour la traction électrique, aussi la remplaçons-nous au fur et à mesure de son usure par la voie constituée au moyen de rails à patin.

2° La voie RM, constituée par des rails à patin de 51 kg:m assemblés au moyen d'entretoises et posés directement sur la forme en sable ou gravier. Ce type de voie, qui a été employé surtout pour les lignes urbaines à grand trafic, a donné de bons résultats, mais son application n'a pas été poursuivie en raison de son prix de revient élevé et de la difficulté de laminage des rails à gorge de 51 kg:m.

3° La voie RR, en tout semblable à la voie RM dont elle ne diffère que par le poids des rails qui n'est que de 42 kg:m. Ce type de voie est suffisant même pour un fort service, et a été employé sur la plupart des lignes suburbaines; c'est le type définitivement adopté pour toutes les nouvelles constructions et pour le remplacement des voies Humbert usées.

4° La voie T, également constituée par les rails à patin avec entretoises, n'existe que sur certains tronçons de peu d'importance. Le rail T n'est que de 38 kg:m, mais son profil est très rationnel, malheureusement sa faible hauteur (14 cm) en rend l'emploi assez difficile dans les voies pavées.

5° La voie Vignole, constituée par des rails Vignole 25 kg:m, reposant sur traverses en chêne par l'intermédiaire de selles d'inclinaison. Cette voie n'est employée que pour les lignes sur accotement ou sur terrain réservé (l'Estaque, Saint-Marcel, Aubagne, Est-Marseille).

D'une façon générale, les voies RM et RR se sont très bien comportées, notamment au point de vue de l'usure des surfaces de roulement. Sur les voies Humbert de la ligne de Saint-Louis, on avait constaté une usure d'environ 1 mm par an; sur les voies nouvelles pour un trafic de même importance, l'usure ne semble pas devoir dépasser 0,5 mm. Ce résultat satisfaisant doit être attribué à la largeur plus grande de la table de roulement (55 mm pour le rail RM, 50 mm pour le rail RR contre 40 mm pour le rail Humbert) et surtout à la résistance plus grande de l'acier employé à la fabrication des nouveaux rails. La résistance est, en effet, d'environ 80 kg:mm².

Joints. — De sérieux inconvénients ont été constatés au bout d'un certain temps d'exploitation en ce qui concerne la solidité des joints. Nous avions cependant réalisé un éclissage d'une force peu commune, par l'emploi d'éclisses-cornières de 75 cm de longueur, maintenues par 6 boulons de 25 mm; mais en dépit de cette précaution des chocs plus ou moins violents n'ont pas tardé à se manifester au passage des voitures, indiquant une dislocation des joints.

Une étude approfondie de la question nous a amenés à la conclusion, d'ailleurs faite également par d'autres exploitations de tramways, que le système pèche par sa base et qu'il est pratiquement impossible de réaliser un joint durable par les *éclissages* employés jusqu'à ce jour.

Cette situation s'explique assez facilement, si l'on analyse les conditions dans lesquelles se trouve un joint éclissé d'une voie soumise à un fort trafic. Quelle que soit la perfection du laminage des rails et des éclisses, il subsiste toujours en pratique certaines inégalités dans les surfaces en contact de l'éclisse et du rail, ou, en d'autres termes, la portée de l'éclisse sur la surface correspondante du rail est loin d'être parfaite et ne se fait que sur certains points, quelle que soit d'ailleurs la puissance du serrage exercée par les boulons. Dans ces conditions les chocs provenant du passage des voitures se répercutent exclusivement sur les points en contact, et comme ces derniers représentent une surface proportionnellement peu importante, il en résulte un matage du métal en ces points.

Ce matage, à son tour, a pour effet de rendre moins intime le contact entre le rail et l'éclisse, et de ce fait, même si les boulons d'éclisses ne sont nullement desserrés, le serrage du joint est diminué d'une grande proportion.

Cette situation peut se prolonger pendant un certain temps, et il va sans dire qu'elle s'accentue de plus en plus. Au fur et à mesure que le matage des points en contact s'accentue, les chocs deviennent de plus en plus violents. Ce n'est que lorsque ces chocs ont atteint une certaine intensité, c'est-à-dire lorsqu'ils ont attiré l'attention du personnel préposé à l'entretien, que l'on procède au déblocage du pavage et au resserrage des boulons d'éclisses.

Mais, dans la plupart des cas, on constate, à ce moment déjà, une certaine déformation aussi bien de l'éclisse que du rail, par suite du matage qui s'est produit pendant un temps plus ou moins long, et cette déformation a pour effet de rendre à peu près impossible une bonne réfection du joint, car les surfaces de portée du rail et de l'éclisse n'ont plus les dimensions correspondantes au profil primitif.

On constate donc que les joints ainsi réfectionnés ont besoin, dans un délai très bref, d'une nouvelle réfection et

[1] Extrait d'une communication de M. H. Dubs à la *Société scientifique industrielle* de Marseille.

que le resserrage des boulons, au fur et à mesure que ces opérations se répètent, perd de plus en plus de son efficacité.

Il en est tout autrement pour les voies dont les éclissages sont accessibles en tout temps, c'est-à-dire pour les voies sur accotement ou sur plateforme indépendante, comme les voies de chemin de fer. Dans ce cas, et suivant une pratique qui remonte à l'origine de la construction des voies de chemin de fer, on resserre les boulons d'éclisses à des intervalles réguliers et très rapprochés.

Le matage dont il est question ci-dessus et la dislocation relativement considérable qui en résulte, et qui s'accentue jusqu'au moment du premier déblocage du pavage, ne peuvent alors se produire, car le moindre jeu, sensible ou non pour le personnel de l'entretien, est immédiatement rattrapé par le serrage des boulons d'éclisses, de sorte que, contrairement à ce qui se passe pour les voies des tramways, le contact entre le rail et l'éclisse devient de plus en plus intime, et que, si l'entretien est fait avec soin, le joint, grâce à une portée de plus en plus efficace devient de plus en plus parfait.

Les inconvénients constatés pour les joints éclissés de voies de tramways comprises dans un pavage ou un empierrement sont donc imputables à la nature même du joint constitué par un éclissage mécanique, c'est-à-dire par un organe qui nécessite un entretien constant rendu difficile, sinon impossible, dans l'espèce par la présence du pavage ou de l'empierrement.

Il est donc incontestable que des *joints soudés* par un procédé quelconque (aluminothermie, Falk, etc.) et qui a pour effet d'établir une liaison absolument rigide et sans matage possible des abouts de rails, présente en principe des avantages considérables sur tous les systèmes de joints mécaniques, quelle que soit d'ailleurs leur solidité. Ces avantages consistent dans le maintien permanent du joint au point de vue mécanique, la suppression de toute main-d'œuvre d'entretien et, au point de vue électrique, l'établissement d'une liaison de très faible résistance, notamment dans le cas de joints soudés à l'aluminothermie, dans lesquels il existe une soudure effective des rails. Avec les joints Falk, la liaison électrique résulte plutôt d'un serrage parfait sur une grande surface, par suite de la contraction de la fonte au moment du refroidissement.

Mais les joints soudés, indépendamment de leur prix de revient relativement élevé, présentent l'inconvénient de rendre appréciables, en les augmentant dans de notables proportions, les effets de dilatation et de contraction résultant des différences de température. Ces mouvements déterminent dans certains cas une déformation importante de la voie, notamment dans les aiguillages et croisements, et on constate même dans certains cas des ruptures, malgré toutes les précautions qu'on a pu prendre.

Le joint soudé à l'aluminothermie paraît fort intéressant en raison de la liaison parfaite qu'il permet d'obtenir entre les rails, au point de vue mécanique aussi bien qu'au point de vue électrique, et de la facilité de son application. Mais comme, avec ce système, les effets de contraction sont plus à craindre qu'avec les joints Falk, en raison même de la soudure effective des rails entre eux, nous estimons qu'il convient de ne pas chercher à réaliser le rail continu, mais de se contenter de considérer la soudure comme un moyen d'obtenir des barres de rail d'une longueur huit ou dix fois plus grande que celle que l'on peut obtenir dans le laminage.

Nos essais tendent actuellement à réaliser une voie constituée par des rails de 15 *à* 18 *m* de longueur assemblés par huit ou dix au moyen de joints soudés, le neuvième ou le onzième joint étant muni d'un éclissage mécanique. Cet éclissage peut, dans ce cas, être particulièrement soigné et notamment être muni, pour les voies comprises dans un pavage, d'une petite boîte en fonte permettant le serrage périodique des boulons d'éclissage, ce qui nous semble de nature à assurer son parfait entretien.

En somme, le but à atteindre nous paraît être la réduction du nombre des joints à un minimum tel qu'il devienne possible d'en faire l'objet d'un entretien spécial, que justifie leur extrême importance pour la durée de la voie.

Il est, en effet, tout à fait inutile de dépenser un capital de premier établissement important pour avoir une voie solide et capable de durer trente ou quarante ans, s'il faut la relever au bout de dix ans par suite de la déformation et de l'usure de tous les joints.

Aiguillages. — Indépendamment des joints, de sérieuses difficultés ont été éprouvées en ce qui concerne les appareils spéciaux, aiguillages et croisements, dans les parties très fréquentées du réseau, qui comporte d'ailleurs un nombre considérable d'organes de ce genre (environ 850 aiguillages).

Les aiguillages et croisements actuellement en usage ont été construits au moyen de rails assemblés mécaniquement, et nous n'avons pas tardé à constater à ces pièces les mêmes inconvénients qu'aux joints éclissés. Là encore, les chocs successifs dus au passage des voitures se traduisent par un matage de plus en plus accentué des parties en contact, qui entraîne au bout de peu de temps la dislocation de l'appareil. Pour les raisons énoncées plus haut, nous avons la conviction absolue qu'il faut renoncer à constituer ces appareils au moyen de rails assemblés et que l'emploi d'appareils en acier coulé, d'une pièce, peut seul résoudre la difficulté. D'importantes aciéries se sont d'ailleurs occupées de la question depuis quelque temps et ont produit, grâce à l'usage de l'acier au manganèse, des appareils aussi solides que résistants à l'usure. Nous avons déjà sur notre réseau un certain nombre de ces pièces, et nous nous proposons d'en étendre successivement l'emploi à tous les appareils de voie soumis à un service intense.

Les *connexions électriques* destinées à assurer la continuité du circuit de retour, ont également donné lieu à des déboires.

En vue de diminuer autant que possible leur résistance électrique, les connexions ont été tenues aussi courtes que possible, mais l'expérience a démontré que nous étions allés un peu trop loin dans cette voie. Le raccourcissement de la connexion lui enlève, en effet, sa souplesse et des ruptures se produisent à tous les joints tant soit peu disloqués. Nos nouvelles voies sont donc connectées au moyen de pièces un peu plus longues, la soudure des joints par le procédé aluminothermique permet d'ailleurs de supprimer cet organe.

D'autre part, de nombreux inconvénients ont été constatés du fait de l'emploi de connexions de qualité inférieure, dans lesquels la liaison des brins souples avec les têtes n'est pas parfaite; les fournisseurs ont d'ailleurs considérablement amélioré la fabrication de cet article, et on trouve notamment des connexions à tête prise dans la masse et forgées à la matrice, qui donnent entière satisfaction.

Sur les voies Vignole, les connexions étaient primitivement placées en dehors des éclisses, mais on ne tarda pas à constater qu'elles se volatilisaient la nuit, pour se retrouver ensuite, sous forme de lingots, dans la boutique de certains receleurs. Nous avons donc été amenés à les remplacer par d'autres, du type court, logées sous les éclisses, après modification du profil de ces dernières.

La tendance est actuellement aux connexions sans chevilles dont les têtes sont rivées dans l'âme des rails au moyen d'une presse spéciale.

Lignes aériennes. — La convention passée avec la Ville imposait l'emploi du système à fil désaxé. Ce système permit de donner à l'ensemble de la construction un aspect plus dégagé par la réduction de la longueur des consoles et celle du nombre des points de suspension dans les courbes, les trol-

leys à déviation latérale étant susceptibles de franchir des angles plus aigus.

Mais l'expérience a démontré que ce système n'est pas sans présenter de sérieux inconvénients. Il nécessite, en effet, les perches de trolley plus longues et un effort plus grand de la poulie de contact contre le fil (7 à 8 kg au lieu de 5 à 6 kg pour le trolley axial). Il en résulte une fatigue beaucoup plus grande pour le fil et les suspensions, d'autre part les ravages produits en cas de dérapage des trolleys sont plus importants.

La Ville ayant reconnu d'autre part que l'emploi de consoles avec fils placés sur le côté des chaussées gênait notablement le libre développement des plantations et que leur remplacement par des haubans dégagerait l'aspect des rues, on transforme les lignes aériennes, en plaçant les fils aussi axialement que possible.

D'assez nombreuses ruptures de fils se sont produites, elles sont imputables principalement aux chocs qui se produisent au passage des trolleys sur les points de suspension, chocs résultant de la forme en V que l'on est obligé de donner aux gorges des poulies pour assurer le bon fonctionnement de ces dernières sur les fils désaxés.

En vue d'éviter ces chocs, les nouvelles lignes (Aubagne, Est-Marseille) ont été construites au moyen de fils profilés, dont la suspension est assurée par des pinces ne formant aucune saillie sur le fil. Ces fils profilés ont une section de 110 mm² environ, alors que pour les fils à sections circulaires employés jusqu'à ce jour elle n'était que de 78 mm².

Il en résulte une augmentation très notable de la conductibilité de la ligne aérienne, ce qui est très important dans le cas de lignes de grande longueur et a permis, pour la ligne d'Aubagne, d'éviter l'installation de feeders.

L'usure des fils de trolley, qui est du reste relativement lente, est surveillée de près, grâce à des relevés périodiques de leur section, au moyen d'un appareil ingénieux permettant de reproduire la section sur une feuille de carton avec une amplification de 1 à 10.

Usine centrale. — Le développement du trafic a nécessité une augmentation de la puissance de l'usine génératrice, qui comprend actuellement cinq groupes électrogènes de 1000 kw, susceptibles d'une surcharge de 20 pour 100.

Les quatre premiers groupes étaient alimentés par quatre groupes de cinq chaudières semi-tubulaires de 200 m²; mais en vue de disposer d'une plus grande élasticité dans la production de vapeur, on a installé un groupe de quatre chaudières multitubulaires système Roser de 250 m² chacune, avec réchauffeurs Green, qui ont été munies à titre provisoire de cheminées à tirage induit, système Prat.

Les *machines* ayant été mises parfaitement au point (le service a accusé des périodes de dix-huit mois sans la moindre panne), on a reconnu que, sans compromettre la sécurité du fonctionnement, on pouvait se contenter de moins de réserve en machines qu'en chaudières, aussi l'augmentation nouvelle de la puissance de l'usine, nécessitée par la mise en exploitation des lignes d'Aubagne et de l'Est-Marseille, a-t-elle été réalisée simplement par l'installation d'un nouveau groupe de chaudières, constitué par quatre générateurs multitubulaires Babcok-Wilcox de 350 m² chacun, avec réchauffeurs, timbrés à 14 kg en prévision de l'installation ultérieure d'une turbine à vapeur.

Une troisième *cheminée* de 60 m de hauteur, de 3,6 m d'orifice au sommet, reçoit les gaz de ces générateurs ainsi que ceux du groupe Roser, et a permis de supprimer le tirage induit qui nécessitait une forte dépense d'énergie pour la commande des ventilateurs.

Le nouveau groupe de *chaudières* est muni de grilles mécaniques, combinées avec un système mécanique de manutention du charbon, les pompes alimentaires sont du type centrifuge multicellulaire, et la vapeur à 14 kg:cm² est envoyée dans la conduite générale à travers un détendeur qui ramène la pression à 8 kg:cm².

Toutes les chaudières semi-tubulaires sont munies d'appareils fumivores système Maronnier dont l'efficacité est d'ailleurs accrue par une méthode rationnelle de chauffe appliquée à l'usine, grâce à l'emploi d'un appareil très ingénieux construit par notre ingénieur, M. Moinet.

Cet appareil se compose d'un petit moteur électrique actionnant deux commutateurs qui envoient un courant électrique à des sonneries et des lampes placées en regard des foyers. Ces signaux acoustiques et optiques, fonctionnant dans un ordre déterminé, indiquent aux chauffeurs respectifs le moment où ils doivent charger la grille : il en résulte une régularité parfaite dans la chauffe; le moteur actionnant les commutateurs est d'ailleurs commandé par le manomètre général de telle façon qu'une baisse de pression, par exemple, ait pour effet immédiat d'accélérer la vitesse du moteur et conséquemment d'augmenter le travail des chauffeurs, qui se soumettent toujours très docilement aux instructions de ce surveillant automatique.

La partie électrique de l'usine n'a pas subi de modifications notables et le matériel a donné pleine satisfaction. L'usine centrale fonctionne actuellement à pleine puissance les dimanches et jours de fête, mais on ne prévoit pas la nécessité d'installer de nouvelles unités génératrices, la Compagnie devant recevoir à bref délai, en vertu d'un contrat passé avec la Société d'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, d'importantes quantités d'énergie en provenance des usines hydro-électriques de cette Société.

La production totale de l'usine, en 1904, a été de 16 153 346 kw-h; la consommation totale de combustible a atteint 36 000 tonnes dont 25 000 tonnes de lignite et 11 000 tonnes de houille; la vaporisation moyenne a été de 6,15 pour un mélange de quatre cinquièmes de lignite terre fine et de un cinquième de houille; la consommation de vapeur a été de 12 kg:kw-h et le rendement entre les sous-stations et l'usine de 82 à 84 pour 100.

Distribution de l'énergie. — Les câbles à haute tension reliant l'usine centrale aux sous-stations de distribution se sont, en général, bien comportés, grâce à un service de contrôle méthodique, permettant de déterminer les points faibles avant qu'il ne se produise une avarie.

Deux nouveaux câbles de 9 km de longueur et de 3 . 50 mm² de section ont été posés entre Saint-Giniez et la Barasse pour l'alimentation de la sous-station desservant la ligne d'Aubagne et deux autres câbles de même section partant de Sainte-Marguerite, relient cette artère au poste de distribution de Castellane, permettant ainsi d'alimenter ce poste en cas d'avarie à l'artère principale Saint-Giniez-Castellane, composée de 5 câbles de 3 . 100 mm² posés dans la même tranchée.

Les nouveaux *câbles* sont isolés au papier paraffiné et, construits pour une tension normale de 5500 volts, ils ont résisté à 18 000 volts aux essais. La fabrication des câbles à haute tension a fait ces dernières années de grands progrès, on en fabrique actuellement pour des tensions de 30 000 volts et plus.

Le matériel des *sous-stations* a donné toute satisfaction et n'a subi aucune modification notable; mais il a été complété par l'adjonction de survolteurs automatiques, permettant de faire fonctionner « en tampon » les batteries d'accumulateurs existantes, et de survolteurs pour lignes de banlieue.

Les survolteurs automatiques ont contribué à améliorer la régularisation du débit de l'usine, le rendement général et le coefficient d'utilisation des commutatrices et transformateurs.

Quant aux survolteurs de ligne, ils ont été employés pour relever la tension sur les lignes de banlieue de l'Estaque, de Saint-Antoine et du Plan-de-Cuques, à l'extrémité desquelles la tension n'était plus suffisante en raison du trafic important

que comportent ces lignes, notamment les dimanches et jours de fête.

Une nouvelle *sous-station* a été construite à la Barasse pour l'alimentation de la ligne d'Aubagne. Elle comporte deux groupes de transformation de 300 kw, système Thomson-Houston, ainsi qu'une batterie d'accumulateurs Tudor d'une capacité de 420 A-h au régime de décharge en une heure, avec survolteur-dévolteur automatique système Pirani.

Les commutatrices Thomson-Houston présentent la particularité de pouvoir démarrer par le courant triphasé, ce qui dispense de la manœuvre toujours un peu longue et délicate de la synchronisation, nécessaire dans le cas du démarrage par le courant continu. Ces machines sont en outre munies d'un petit survolteur, qui permet de faire varier la tension du courant continu d'environ 50 volts en plus ou en moins de la tension normale.

Une batterie d'accumulateurs « Union », de 900 A-h de capacité au régime de décharge en 1 heure a été installée à la sous-station de la rue Sénac. Cette batterie, complétée par un survolteur-dévolteur automatique de 100 kw est destinée principalement à régulariser le débit de la sous-station, qui subit des fluctuations énormes en raison des nombreux démarrages et de l'accumulation des voitures qui se produisent sur les voies toujours encombrées du centre de la ville.

Le réseau de distribution à 550 volts ne s'est pas modifié sensiblement, on a cependant reconnu l'utilité d'augmenter un peu le nombre des feeders afin de permettre une plus grande division du réseau en vue de localiser davantage les conséquences des avaries, qui semblent être plus fréquentes sur le réseau à 550 volts que sur celui à haute tension.

Quelques dispositifs spéciaux ont été adoptés pour l'alimentation des lignes dans le *tunnel* de l'Est-Marseille.

Il importait, en effet, d'assurer d'une façon absolue cette alimentation, afin d'éviter tout stationnement des voitures dans le tunnel en cas d'interruption accidentelle de la distribution générale. D'autre part, il était utile de rendre complètement sûr et continu le fonctionnement de l'éclairage du tunnel, en raison de la panique qui pourrait s'emparer des voyageurs en cas d'interruption momentanée du courant de traction alimentant l'éclairage des voitures. A cet effet, l'alimentation des lignes de traction du tunnel a été réalisée par un feeder spécial partant de la sous-station de la rue Sénac, qui peut, en cas d'arrêt de l'usine, recevoir le courant de la batterie d'accumulateurs. D'autre part, le circuit d'éclairage du tunnel, branché normalement sur le circuit de traction, est muni d'un conjoncteur-disjoncteur automatique qui met instantanément en action une petite batterie d'accumulateurs Tribelhorn installée à la gare de Noailles, lorsque le courant de traction se trouve interrompu, par exemple à la suite du déclenchement du disjoncteur de feeder à la sous-station. Ce dispositif a donné toute satisfaction.

Matériel roulant. — La faveur que les *voitures à banquettes transversales* et à grandes glaces amovibles ont rencontrée auprès du public, nous a conduit à adopter ce type pour toutes les nouvelles constructions exécutées ces dernières années. Ce type, bien approprié aux conditions locales, s'est très bien comporté et n'a subi que quelques modifications de détail; il a du reste été copié par d'autres Compagnies.

Pour les grandes lignes de banlieue, où les départs sont plus espacés, il importe d'avoir de grandes unités, qui sont d'ailleurs plus stables aux vitesses élevées pratiquées sur ces lignes, aussi a-t-on étudié et construit un type de voiture à bogies, qui a trouvé une première application aux trains rapides et directs de la ligne d'Aubagne.

Ces voitures comportent 33 places assises et 13 places debout sur chaque plateforme, soit un total de 59 places; elles sont montées sur deux bogies du type « maximum-traction » système Brill, leur poids à vide est d'environ 12 tonnes, elles se comportent très bien, même à une vitesse de 50 km à l'heure.

Jusqu'à l'année dernière, les *voitures de remorque* étaient exclusivement d'anciennes voitures à traction animale transformées, mais le besoin s'est fait sentir de construire des voitures mieux appropriées à la traction mécanique, aussi a-t-on établi un type de voiture ouverte à 40 places assises, muni de cloisons-paravent extrêmes, à suspension inférieure, qui donne toute satisfaction. Une voiture de remorque fermée du type des motrices est à l'étude, de même qu'un type transformable, pouvant servir en toute saison.

Pour ce qui concerne les *équipements électriques*, on a constaté la nécessité d'augmenter de plus en plus leur puissance.

Les premières voitures de la ligne de Saint-Louis (1892) étaient munies de deux moteurs de 11 kw, puis on a fait usage sur un grand nombre de voitures de moteurs G. E. 800 (Thomson-Houston) de 18 kw et de moteurs TH_2 de 25 kw, très robustes mais un peu trop lents, et les dernières voitures sont munies de moteurs TH_2 -2- d'une puissance de 40 kw, enfin les voitures à bogie ont reçu des moteurs de 48 kw du type GE 57.

Cette augmentation graduelle de la puissance a été rendue nécessaire par l'emploi de plus en plus fréquent de trains à doubles remorques, par les surcharges qui se produisent les jours d'affluence, et surtout par le désir de réaliser une vitesse commerciale plus élevée, permettant une meilleure utilisation du matériel et du personnel.

En raison des obstacles qui s'opposent à la circulation dans les rues de Marseille, la *vitesse commerciale* réalisée par les tramways a été toujours très faible : elle n'était que d'environ 9 km:h en 1903, et n'atteint pas encore tout à fait 10 km:h en moyenne à l'heure actuelle.

La vitesse maxima admissible étant limitée par la question de sécurité, la vitesse commerciale ne peut être augmentée que par des démarrages plus rapides, une accélération plus grande et une vitesse plus élevée sur les fortes rampes, et ce sont ces considérations qui ont conduit à adopter pour les nouvelles voitures des moteurs de grande puissance.

La différence de poids par rapport aux moteurs primitifs est d'ailleurs peu importante, et si le rendement de ces moteurs de forte puissance travaillant généralement à faible charge est un peu inférieur, cet inconvénient se trouve largement compensé par leur plus grande solidité et la réduction des dépenses d'entretien qui en découle.

Le renforcement des moteurs a naturellement entraîné l'emploi de contrôleurs, d'interrupteurs automatiques et de plombs fusibles plus largement dimensionnés, le courant absorbé par les trains lourds sur les fortes rampes du réseau atteignant souvent 200 à 250 ampères.

Les *trolleys à libre déviation* ont fait l'objet d'essais très nombreux, et on s'est arrêté finalement à un type créé par M. Bourbeau, ingénieur des ateliers de la Compagnie, type perfectionné surtout au point de vue du graissage, et qui assure aux poulies un parcours d'environ 10 000 km.

Enfin, on a perfectionné les divers organes accessoires des voitures, freins, sablières, chasse-corps, installations d'éclairage, de telle sorte que le matériel se trouve actuellement tout à fait à la hauteur du service qui lui est demandé. Le chasse-corps système Blanc, adapté à toutes les voitures motrices, ne réalise peut-être pas le desideratum de certains inventeurs qui cherchent à transformer le tamponnement d'un piéton en un petit exercice du plus haut agrément, mais cet appareil a néanmoins sauvé bien des existences et constitue certainement une des solutions les plus simples et les plus rationnelles du problème.

Dépôts, remises et ateliers. — Le matériel roulant du réseau comprend actuellement 378 voitures motrices ordinaires, 16 motrices à bogie, 200 remorques ouvertes, 115 remorques

fermées ou mixtes, 16 remorques à bogies, 2 fourgons électriques, 2 locomotives, 8 wagons pour le transport du charbon et 8 véhicules divers.

D'autre part, nous avons en construction 30 motrices ordinaires, 20 remorques ouvertes et 20 remorques fermées, ce qui fera un total de 815 véhicules.

Pour loger tout ce matériel, il a été nécessaire d'agrandir considérablement les dépôts existants et d'en créer de nouveaux.

Les *remises* primitives ont été allongées au dépôt des Chartreux, à celui de la Capelette et à celui des Catalans, et de nouveaux halls ont été construits dans ces deux derniers dépôts.

D'autre part, de nouveaux dépôts ont été établis à Saint-Pierre et à Aubagne; par contre, on a supprimé les remises dans les dépôts de Castellane où toute la place disponible devient nécessaire pour les services électriques, et dans celui de Bonneveine, trop exposé aux intempéries et d'ailleurs peu susceptible de se développer en raison de sa position excentrique.

Toutes les remises sont construites suivant le même type, qui a donné toute satisfaction.

Ce type comporte des halls d'environ 19 m de largeur, susceptibles de recevoir six voies parallèles. Ces halls sont constitués par des combles métalliques avec travées de 10,8 m, reposant soit sur des murs, soit sur des poteaux en treillis avec pans de fer et remplissage de briques. Les combles portent sur un tiers environ de leur largeur un lanterneau vitré. La hauteur sous ferme était primitivement de 6 m, elle a été un peu augmentée dans les nouvelles constructions pour éviter les chocs des trolleys dans les tuiles de la couverture.

On a reconnu qu'au point de vue des facilités de manœuvre, il importait de ne pas donner une trop grande longueur aux voies des remises, les rangées de voitures ne devant pas dépasser quatre à cinq unités. Là où les dispositions locales n'ont pas permis de répondre à cette condition, on a installé un transbordeur à commande électrique au milieu des remises.

Les *fosses de visite* ont reçu les plus grandes dimensions possibles en vue de faciliter le service des visiteurs et d'éviter le plus possible les manœuvres.

Dans les constructions primitives, les voies des fosses étaient supportées par des piliers en maçonnerie, mais on ne tarda pas à reconnaître que le mouvement des voitures et les arrêts brusques résultant de l'essai des freins disloquaient ces maçonneries, aussi les nouveaux dépôts sont-ils munis de voies posées sur une infrastructure entièrement métallique, constituée par des colonnes en fonte entretoisées par un treillis.

Tous les dépôts sont munis d'installations très complètes pour combattre efficacement l'incendie, précaution d'autant plus nécessaire que les indemnités qui pourraient être payées par les compagnies d'assurances ne sauraient jamais compenser les pertes de recette que subirait la Compagnie dans le cas d'un sinistre important.

Enfin les différents *dépôts* du réseau ont reçu successivement des aménagements très complets pour procurer au personnel un certain confort. Ces aménagements comprennent une salle affectée au poste, munie de casiers pour les effets des hommes et contiguë à la caisse où se fait le versement de la recette journalière; une pièce affectée aux lavabos, plusieurs cabines de douches, une cabine pour le coiffeur et dans certains dépôts une grande chambrée où les employés célibataires peuvent trouver des lits gratuits, le blanchissage et l'entretien de la literie étant seuls mis à leur charge.

Tous ces locaux sont munis d'un chauffage central et très abondamment éclairés, et les employés se trouvent très satisfaits de ces nouvelles installations.

ATELIERS. — La réparation du matériel roulant se faisait au début dans trois ateliers, Chartreux, Capelette et Lazaret, mais on ne tarda pas à reconnaître la trop grande complication de cette organisation, qui conduisit à centraliser tout l'outillage aux ateliers des Chartreux.

De même le levage périodique des voitures pour les petites réparations courantes était effectué dans leurs dépôts respectifs, ce qui présentait bien des inconvénients au point de vue de la surveillance et de l'unité dans les méthodes de travail. Là aussi on reconnut l'utilité d'une centralisation de ces travaux aux ateliers des Chartreux, qui reçurent à cet effet certaines installations spéciales.

Actuellement, le service du matériel tient un compte exact du travail des voitures et les envoie à l'atelier central pour le levage périodique après un parcours variant entre 16 000 et 20 000 km, les dépôts se bornant à assurer le petit entretien courant des voitures et leur lavage journalier.

Les ateliers des Chartreux, qui occupent de 250 à 300 hommes, ont pu être munis, grâce à cette centralisation du travail, d'un outillage très complet qui a permis d'effectuer, en dehors des travaux d'entretien, la construction de 100 voitures neuves par an.

FONCTIONNEMENT DU RÉSEAU. — Il est assuré par trois services, placés chacun sous les ordres d'un ingénieur, savoir :

1° Exploitation, comprenant le mouvement, l'entretien du matériel et l'entretien des bâtiments;

2° Voie et services électriques, comprenant l'entretien de la voie ferrée et aérienne et la distribution d'énergie sur l'ensemble du réseau, les installations électriques des dépôts, etc...;

3° Usine centrale, chargée exclusivement de la production de l'énergie électrique.

Chacun de ces trois services est chargé, en outre, des travaux de construction qui le concernent.

L'organisation de service du mouvement est la suivante :

Le service de chaque dépôt et des lignes qu'il dessert est placé sous la surveillance d'un inspecteur.

Le service intérieur des dépôts est assuré par le chef de dépôt, assisté d'un contrôleur comptable et d'un caissier.

Le service extérieur est assuré par l'inspecteur assisté des contrôleurs, surveillants et chefs de ligne.

La préparation des horaires et des graphiques est centralisée dans les bureaux du mouvement, ces travaux sont placés sous la surveillance d'un inspecteur chef de bureau et l'ensemble du service relève du chef du mouvement.

RÉSULTATS DE L'EXPLOITATION. — Le tableau suivant permet de se rendre compte du développement du service dans ses étapes successives :

ANNÉES.	LONGUEUR DE LIGNE EN KM.	PARCOURS ANNUEL EN KM VOITURE.	NOMBRE DE VOYAGEURS TRANSPORTÉS.	RECETTES EN FRANCS.
1876. . .	25,870	1 014 129	7 027 119	1 029 688.81
1880. . . .	—	1 875 698	12 214 442	1 629 688,75
1885. . . .	—	2 123 604	12 947 695	1 741 569,47
1890. . . .	—	2 195 460	14 299 348	1 792 254,76
1895. . . .	55,316	5 228 759	27 708 475	3 702 122,10
1900. . . .	72,406	9 757 047	44 414 137	4 752 882.91
1904. . . .	108,447	14 982 091	70 782 479	7 432 626.74

Pour l'année courante, ces chiffres subiront encore une augmentation notable du fait de la mise en service des lignes de Noailles-Saint-Pierre et d'Aubagne, et en se basant sur les résultats des quatre premiers mois d'exploitation, on peut prévoir que le nombre des voyageurs transportés sera voisin de 80 millions.

En vertu d'une clause de la convention du 3 mars 1900, les tarifs zonaires pratiqués les dimanches et jours fériés sur

les lignes de banlieue devaient être abaissés uniformément à 10 centimes à partir du 1er mars de l'année qui suivrait celle pendant laquelle la recette totale du réseau aurait atteint 7 millions dans certaines conditions.

Faisant application de cette clause, la Compagnie a été mise en demeure par le Préfet, sur la demande de la Ville, d'unifier ses tarifs à partir du 1er mars 1905.

La Compagnie, estimant que les conditions auxquelles cet abaissement des tarifs était subordonné ne sont pas remplies, a déféré cette décision à la juridiction compétente, et n'a abaissé les tarifs que comme contrainte et forcée.

Cet abaissement des tarifs a eu pour conséquence une augmentation notable du trafic des dimanches et jours fériés, mais non sans imposer à la Compagnie de nouvelles charges importantes au point de vue du matériel et du personnel à mettre en service,

Considérations générales sur les conditions d'exploitation du réseau. — Le réseau des Tramways de Marseille présente, sans contredit, certaines caractéristiques qu'il n'est pas sans intérêt de relever.

Au point de vue de l'importance, il figure en première ligne parmi les réseaux des grandes villes européennes. Ses 117 km de lignes correspondent, en effet, à 2,34 km par 10 000 habitants, alors que les villes d'Allemagne (que nous citons pour comparaison parce qu'elles sont en général mieux desservies que les villes de France) accusent :

Munich, 0,96; Dusseldorf, 1,47; Cologne, 1,38; Francfort, 1,27; etc.

Au point de vue de sa constitution, le réseau de Marseille peut être considéré comme très supérieur à celui des autres grandes villes de France. Il se compose, en effet, non seulement d'un réseau urbain desservant toutes les artères importantes de la cité, mais encore d'une série de lignes suburbaines assurant des communications faciles et rapides entre tous les points du vaste territoire de la commune. La pénétration de ces lignes de banlieue jusqu'au cœur de la ville, est de nature à offrir au public des facilités toutes particulières.

Au point de vue du service, le réseau de Marseille, par ses lignes directes sans transbordement ni correspondance, présente d'autre part une simplicité très grande pour les voyageurs, sinon pour l'entreprise.

Un autre point caractéristique du réseau consiste dans la nature essentiellement variable, constamment adaptée aux besoins du moment, du service effectué sur les différentes lignes. Alors que d'autres réseaux font application d'horaires presque immuables pendant toute une saison et renforcent à peine leur service les dimanches et jours fériés, le réseau de Marseille tient le plus grand compte des exigences si variables du public, non seulement aux différentes saisons de l'année, les dimanches et jours fériés, mais même aux différentes heures de la journée. C'est ainsi que le service des dimanches se trouve souvent majoré de près de 100 pour 100 par rapport au service des jours de semaine. C'est là, d'ailleurs, une nécessité inéluctable qui s'impose à l'exploitation par la force des choses. Les variations de l'activité industrielle et commerciale, l'état du temps, le goût du plein air qui pousse les Marseillais hors de leurs demeures aux moindres rayons de leur « beou souleou », sont autant de facteurs dont le service des Tramways doit tenir compte.

Mais la caractéristique la plus importante du réseau de Marseille réside dans la modicité extrême des tarifs appliqués. Le tarif uniforme de 10 centimes. qui correspond pour certaines lignes de banlieue à moins de 1 centime par km, n'a son pareil, sur une aussi vaste échelle, dans aucune autre ville de France ou de l'étranger. On objectera que ce tarif, s'il est extrêmement modique pour les grands parcours des lignes de banlieue, représente encore du 3 à 4 centimes par km pour certains parcours urbains, et que certaines villes, comme Milan par exemple, appliquent un tarif de 5 centimes à certaines heures de la journée ; mais il n'en est pas moins vrai que le tarif de Marseille, même en tenant compte de la moyenne des parcours, reste bien au-dessous du tarif moyen des autres villes. C'est sans doute à ces conditions caractéristiques particulièrement favorables, qu'il faut attribuer le développement rapide du trafic et son importance actuelle.

Les 70 millions de voyageurs transportés en 1904 correspondent, en effet, à 140 parcours annuels par tête d'habitant. Peu de réseaux européens accusent un tel chiffre, et en Amérique seulement, il est dépassé dans certaines villes. Au tarif uniforme actuel de 10 centimes, ce nombre de parcours correspond à une dépense annuelle, par tête d'habitant, de 14 fr. Il est à remarquer, d'ailleurs, qu'en dépit des abaissements successifs des tarifs, ce chiffre est allé constamment en augmentant; nous ne pouvons que souhaiter de le voir continuer dans cette voie.

Si le public peut se féliciter de la situation exceptionnelle qui lui est faite à Marseille au point de vue des transports en commun, qu'il nous soit permis d'examiner un peu, d'autre part, la situation de l'entreprise.

Il y a lieu d'indiquer tout d'abord que l'exploitation du réseau de Marseille est particulièrement onéreuse.

L'encombrement extraordinaire des rues ne permet pas d'obtenir une vitesse moyenne comparable à celle d'autres réseaux. Cette vitesse moyenne n'atteint pas 10 km:h actuellement, alors qu'à Lyon cette vitesse est de 11,5, à Rouen de 12, au Havre de près de 12, etc.

Il en résulte une très mauvaise utilisation du matériel roulant et du personnel, et c'est là un facteur d'autant plus important que les salaires entrent pour près de 40 pour 100 dans les dépenses d'exploitation,

D'autre part, l'encombrement des rues entraîne des démarrages continuels, des ralentissements et des accélérations qui se traduisent par une consommation d'énergie anormale et par une fatigue excessive du matériel roulant.

L'importance du charroi a pour conséquence une usure extrêmement rapide des pavages, et en fait la Compagnie paie à la Ville, à l'État et au Département, sous forme d'entretien des chaussées une contribution annuelle de près de 400 000 fr,

De plus les services directs sans nombre, prévu par le Cahier des charges en vue d'éviter les transbordements et correspondances, entraînent une complication extrême de l'exploitation qui se traduit forcément par une augmentation très notable des dépenses.

Enfin, la nécessité d'assurer un service extrêmement variable pour tenir compte des besoins du public, constitue une sujétion de la plus haute importance, par l'utilisation insuffisante du matériel et du personnel nécessaire pour parer aux énormes fluctuations du trafic.

Si l'on tient compte de tous ces facteurs défavorables, on comprendra que l'entreprise ne peut rémunérer convenablement le capital de 54 millions actuellement engagé à Marseille que moyennant la plus stricte économie, et encore ce résultat n'a-t-il pu être atteint que grâce à un concours de circonstances favorables, telles que l'activité commerciale et industrielle de la Ville, les besoins de circulation que le public s'est créés, tant pour ses affaires que dans un but de promenade, et surtout grâce au fait que le rendement insuffisant des lignes de banlieue s'est trouvé à peu près équilibré par celui des lignes urbaines rémunératrices.

On commettrait donc une grave erreur en attribuant au tarif de 10 centimes pratiqué uniformément, la faculté de rémunérer convenablement le capital dans n'importe quelles conditions d'application, car, nous le répétons, le résultat de Marseille résulte surtout d'un état d'équilibre entre des lignes onéreuses et des lignes rémunératrices.

C'est précisément parce qu'elle ne peut compromettre cet

état d'équilibre, que la Compagnie n'a pu accepter la concession du nouveau réseau projeté qu'à la condition d'appliquer sur les nouvelles lignes de banlieue le tarif à 15 centimes et qu'elle a demandé, en outre, à la Ville, pour compenser les charges supplémentaires qui résulteront de l'exploitation de ce nouveau réseau secondaire, certaines facilités au point de vue des pavages et de la redevance, ainsi qu'une prolongation de treize ans de l'ensemble de ses concessions.

Il ne faut d'ailleurs pas se dissimuler que si le tarif à 10 centimes est très avantageux pour le public, il entraînera dans un avenir prochain des charges considérables pour le budget de la Ville. En effet, ce tarif a eu pour conséquence immédiate l'exode vers la banlieue d'une partie appréciable de la population, exode qui ne peut que s'accentuer par la suite. Des agglomérations importantes se sont déjà formées dans les quartiers suburbains. Or, que vont devenir ces agglomérations si elles ne sont pas dotées à bref délai des ouvrages indispensables au point de vue de la salubrité publique?

Évidemment l'installation d'égouts, de canalisations d'eau, de l'éclairage, la construction des rues indispensables, d'écoles peut-être n'ira pas sans entraîner pour le budget municipal des charges d'autant plus importantes que ces agglomérations sont réparties sur un vaste territoire.

A ce point de vue, un abaissement plus modéré et surtout plus progressif des tarifs, qui n'aurait pas bouleversé si brusquement les habitudes de la population, eût été préférable à l'application immédiate du tarif à 10 centimes, que l'on peut qualifier de révolutionnaire.

Pour terminer, qu'il me soit permis d'indiquer combien l'industrie des tramways souffre de l'absence d'une pièce de monnaie comprise entre 10 et 15 centimes, équivalente aux 10 pfennigs des Allemands. L'expérience a démontré l'insuffisance du tarif à 10 centimes pour la rémunération normale des capitaux dans la plupart des villes de France. Accorder 15 centimes aux compagnies, c'est-à-dire 50 pour 100 de plus d'un seul coup, paraît trop généreux aux pouvoirs publics dans bien des cas, et dans ces conditions de nombreuses compagnies, représentant une industrie des plus importantes, impuissantes à sortir du marasme, sont condamnées à végéter éternellement.

En attendant que nos législateurs veuillent bien nous gratifier d'une telle ressource, nous nous contenterons de faire appel à nouveau à la bienveillance du Conseil municipal et de MM. les ingénieurs du contrôle auprès desquels nous avons toujours trouvé un concours des plus précieux. Nous faisons appel aussi au patronage de la population marseillaise qui nous a donné tant de preuves déjà de l'intérêt qu'elle porte au service public dont nous avons la charge. H. Dubs.

MOTEUR ÉLECTRIQUE VÉDRINE

Dans un article paru ici même(1) nous avons décrit la nouvelle voiture électrique Védrine, dont le principe repose sur un moteur pouvant varier de vitesse sur le champ magnétique dans le rapport de 1 à 3 et même de 1 à 4. On sait que les moteurs ordinaires ne peuvent fonctionner convenablement sans étincelles aux balais si l'on dépasse un rapport de vitesses extrêmes supérieur à 1·2.

Dans l'application du moteur à la voiture électrique, il y a, en effet, cette circonstance, dont il faut tenir compte et qui complique le problème, que, au fur et à mesure qu'on diminue le champ magnétique et qu'on augmente, par conséquent, la vitesse, l'intensité du courant dans l'induit croît beaucoup et la réaction s'en trouve augmentée.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, 25 janvier 1906, n° 338, p. 37.

Cette réaction d'induit qu'on ne peut songer à supprimer ni même combattre en elle-même, peut être plus ou moins nuisible suivant les conditions dans lesquelles on la laisse s'opérer. Dans un moteur, le phénomène complexe de la réaction d'induit se traduit par deux inconvénients : la variation de vitesse du moteur, par suite de la variation de la force contre-électromotrice, et les crachements aux balais qui mettent un moteur hors service en très peu de temps.

De ces deux défauts, dans les questions de traction, il ne faut retenir que le dernier, la variation de vitesse étant sans importance et pouvant être compensée par ailleurs. Nous ne nous occuperons donc de la question de la réaction de l'induit qu'au point de vue des étincelles au collecteur, et le problème se trouvera ainsi considérablement simplifié.

Dans les dynamos et les moteurs fixes à courant continu, on obvie aux étincelles par changement de calage des balais. Il est évident qu'on ne détruit pas la réaction d'induit par le décalage des balais ; on ne fait que chercher un point de meilleure commutation, en l'opérant sur des spires où le fer de l'induit est plus saturé, et où le coefficient de self-induction est par conséquent plus faible.

On fait aujourd'hui des machines où les balais peuvent être calés en n'importe quel point du collecteur, depuis la force électromotrice nulle jusqu'à sa valeur maxima, sans produire d'étincelles, en se plaçant simplement dans les conditions de self-induction convenable entre chaque touche du collecteur, et en employant des électros suffisamment saturés.

La question des moteurs ou dynamos à balais fixes est donc couramment résolue, et elle ne se complique que lorsqu'on fait varier le champ magnétique des inducteurs dans une grande mesure.

On a remarqué, en effet, que quand les électros d'un moteur ou d'une dynamo ne sont pas suffisamment saturés, il se produit des étincelles aux balais dont la cause provient de la variation du courant dans l'induit et l'excitation série à chaque passage d'une touche du collecteur à la touche voisine. Le courant n'est pas, en effet, absolument continu et les petites variations qui se produisent ne sont sans importance que lorsque le fer est presque saturé, c'est-à-dire lorsque la self-induction est très faible.

Considérons, en effet, la figure 1 ; la courbe OAB représente la fonction magnétisante d'un circuit magnétique de moteur ordinaire, c'est-à-dire les flux de force en fonction des forces magnétomotrices de l'inducteur. Si le coefficient angulaire de la tangente au point A représente le maximum de self-induction qu'il soit possible d'admettre pour n'avoir pas de crachements aux balais, il en résulte que la plus grande variation de flux de force qu'on puisse utiliser est de $\Phi_1 - \varphi_1$.

On conçoit aisément que si cette fonction magnétisante avait une allure plus tendue, comme la courbe OCD représentée au-dessous de la première, sur la même figure, le point C, où la tangente a le même coefficient angulaire

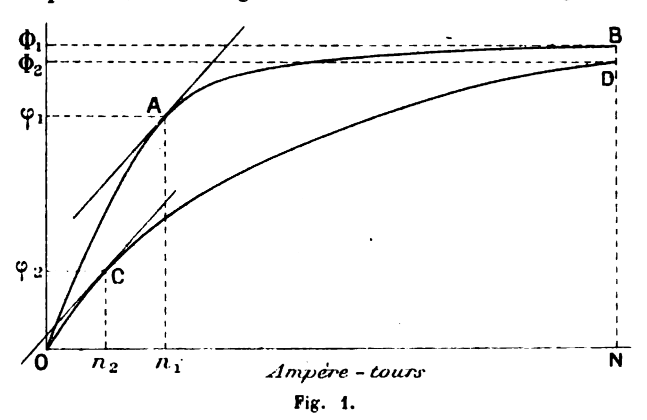


Fig. 1.

que la tangente au point A de la première courbe, correspond à une valeur φ_2 beaucoup plus faible que φ_1.

La variation du flux de force $\Phi_2 - \varphi_2$ est alors bien plus grande que dans le premier cas, tout en restant dans les mêmes limites qui assurent un fonctionnement satisfaisant.

La condition à remplir est donc toute tracée : pour obtenir un moteur à grande variation de vitesse, il faut disposer le circuit magnétique de telle sorte que la caractéristique du moteur présente sa cassure pour une valeur faible de l'induction. C'est exactement cette condition qui est remplie par le moteur des voitures Védrine.

La carcasse inductrice est à 4 pôles; si on développe cette carcasse, le circuit magnétique se présente comme l'indique la figure 2, où l'on voit que les pôles sont rela-

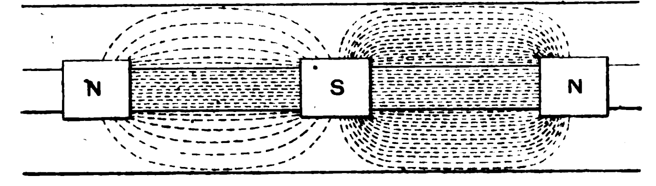


Fig. 2.

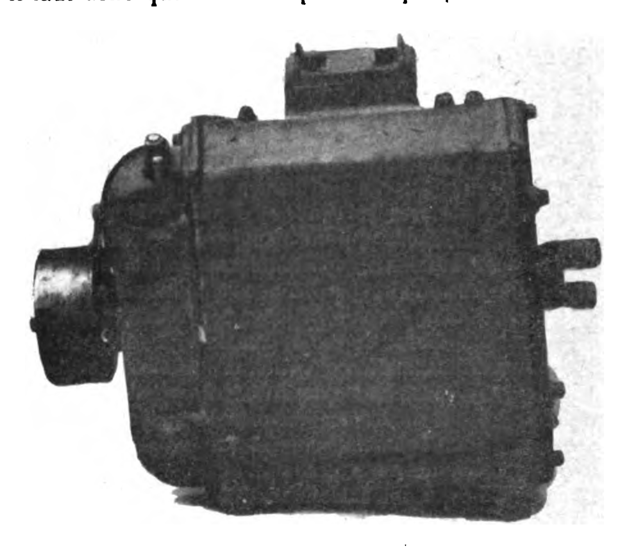
tivement étroits par rapport à la largeur de la carcasse, de telle sorte que, pour une faible excitation, la première partie qui se sature est la partie centrale du fer de la carcasse, et c'est seulement lorsque la perméance de cette partie du circuit commence à prendre une valeur assez forte que le flux magnétique trouve un chemin plus facile, bien que plus long, dans les parties latérales.

Il est donc nécessaire que le flux de force soit autant que possible proportionnel à l'excitation ou, du moins, qu'il tende vers la proportionnalité.

Or, si l'on a

$$\Phi = \mu \mathcal{H} s,$$

où s désigne la section du circuit et μ la perméabilité magnétique, pour que Φ croisse suivant une loi linéaire de $\mathcal{H}$ il faut que μs soit constant. On ne peut empêcher μ de diminuer en même temps que l'induction augmente, il faut donc que s croisse pendant que μ diminue. C'est



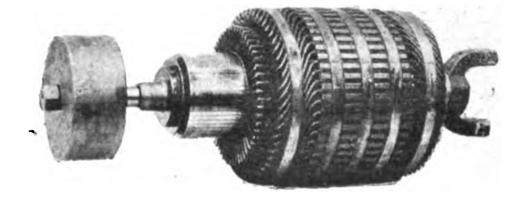


Fig. 3. — Carcasse et induit du moteur Védrine.

cette condition qui est approximativement remplie par le dispositif que nous avons décrit.

Les figures montrent les dispositions générales du moteur tel qu'il est construit par la maison *Jacquet frères*, de Vernon.

C'est un moteur tétrapolaire avec enroulement de l'induit en tension; il n'y a donc que deux lignes de balais calées à 90° l'une de l'autre. Chaque pôle porte deux enroulements, un enroulement série et un enroulement shunt. L'induit est enroulé en tambour à la façon habituelle; il porte 55 dents et autant de touches au collecteur.

La vitesse angulaire du moteur, lorsque le champ magnétique est à son maximum, est de 550 tours par minute, et par réduction de ce champ, malgré l'augmentation de l'intensité de l'induit dû à l'accroissement de vitesse, celle-ci peut atteindre 1600 à 1800 tours par minute, suivant les besoins.

Cette vitesse extrême dans chaque cas est réglée d'après le nombre de spires d'excitation série, cette dernière étant la seule qui reste à la vitesse maximum.

Au point de vue du montage, ce moteur n'offre rien de très caractéristique; il est entièrement fermé, de façon à ce que sur la voiture, il puisse être lavé à grande eau sans qu'il en pénètre à l'intérieur. Les paliers sont munis de roulements à billes DWF, comme le sont toutes les parties frottantes de la voiture.

Un des avantages du système est que l'absence complète d'étincelles au collecteur supprime d'une façon absolue le nettoyage au papier de verre qui n'a que des inconvénients et qui, s'il n'est pas fait, met rapidement le moteur hors service. La suppression des étincelles, en n'obligeant pas au nettoyage quotidien, laisse le collecteur se brunir par la pression des balais, et il prend au bout de quelque temps un état à peu près définitif. PAUL BARY.

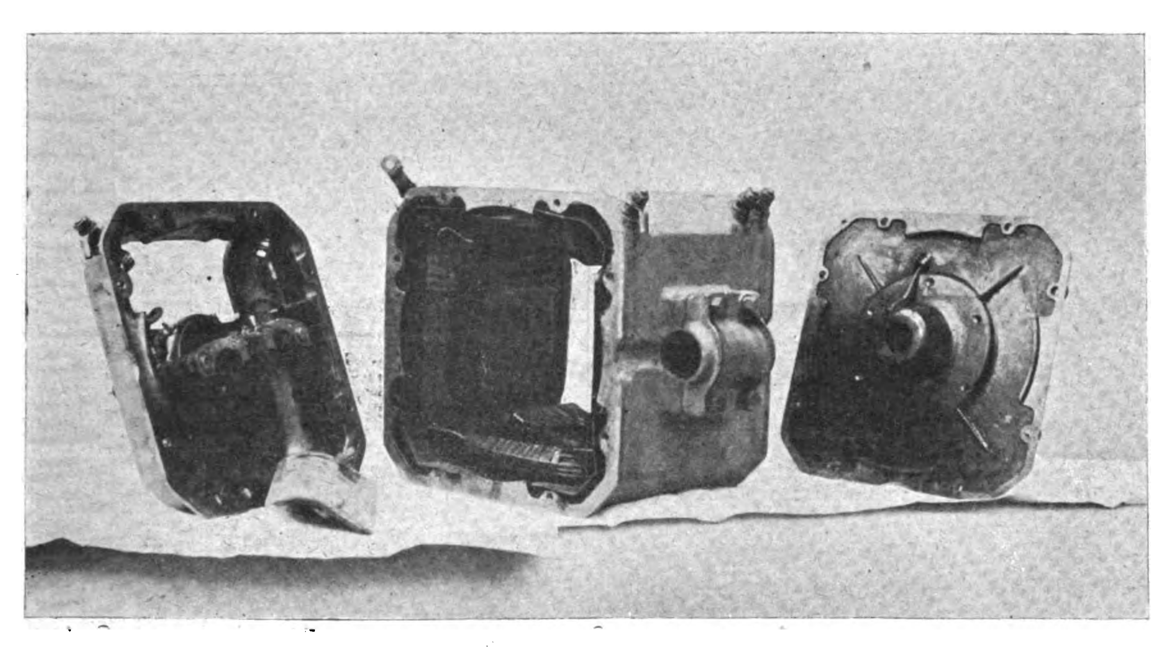


Fig. 4. — Moteur électrique Védrine. Carcasse et flasques.

CABLES INDUSTRIELS A HAUTE TENSION

ESSAIS D'UN CABLE SOUTERRAIN ARMÉ DE MM. GEOFFROY ET DELORE FONCTIONNANT A 27 000 VOLTS

A la suite d'une longue série d'essais entrepris pendant les années 1903 et 1904 dans le laboratoire de recherches de MM. Geoffroy et Delore pour déterminer le meilleur mode de construction des câbles souterrains isolés destinés au transport de l'énergie électrique par courants de haute tension, ils avaient acquis la conviction qu'on pouvait, en toute sécurité, construire des câbles isolés fonctionnant sous des tensions beaucoup plus élevées que celles usitées jusqu'à ce moment et qui ne dépassaient guère 10 000 volts.

L'importance d'une démonstration expérimentale était évidente; aucune Compagnie d'électricité n'aurait consenti à risquer, de prime abord, l'emploi pour les très hautes tensions de câbles souterrains sans avoir acquis une certitude au sujet du bon fonctionnement d'une canalisation semblable.

MM. Geoffroy et Delore ont donc proposé, à la fin de 1903, à la Compagnie Thomson-Houston de faire, sous son contrôle et avec son concours, une expérience démonstrative à cet égard, à la première occasion qui se présenterait de transporter l'énergie électrique sous très haute tension par câbles souterrains.

Les importants travaux de canalisation à 10 000 volts déjà exécutés pour le compte de cette Compagnie, autorisaient à espérer qu'elle voudrait bien avoir confiance en MM. Geoffroy et Delore et qu'elle entrerait dans leurs vues pour tenter en commun une expérience probante.

La Société Thomson-Houston étudiait, précisément à cette époque, le transport d'énergie d'Entraygues à Toulon. qui devait se faire sous une tension efficace de 28 000 volts.

A l'usine génératrice, située à Entraygues, les groupes électrogènes devaient être constitués par trois turbines Francis de 750 poncelets accouplées directement avec des alternateurs triphasés tournant à 300 t : m, pouvant produire 700 kw, et donnant du courant à la fréquence 25 sous 3500 volts. Des transformateurs triphasés devaient élever la tension à 26/28 000 volts pour le transport du courant par ligne aérienne jusqu'à Toulon, situé à 58 km.

M. Renaud, directeur général, et M. de Marchena, ingénieur en chef de la Compagnie Thomson-Houston, acceptèrent de faire l'essai qui leur était proposé, c'est-à-dire mettre en série avec la ligne aérienne, à l'arrivée à Toulon, un câble souterrain armé du système Geoffroy et Delore. Ce câble devait par conséquent subir tous les à-coups inhérents à une installation en marche normale et industrielle : variations brusques de régime, coupure des feeders en charge, surtensions possibles dues aux décharges atmosphériques, etc..., toutes causes pouvant produire des surélévations de tension sur l'importance desquelles les avis sont partagés, mais qui peuvent certainement atteindre plusieurs fois la tension normale de fonctionnement.

Spécification du câble. — 1375 m de câble à trois conducteurs isolés et armés possédant une section utile de cuivre de 25 mm² par conducteur, et constitués de manière à permettre de fonctionner industriellement sous une tension efficace de 26 000 volts entre conducteurs et de 15 000 à 15 500 volts entre un conducteur et la terre.

Avant l'expédition, ces câbles devaient être soumis en

usine à des essais sous les tensions et pendant les durées indiquées ci-dessous :

a. Entre deux conducteurs :

60000 volts efficaces pendant . . . . 1 heure.
80000 — . . . . 1 minute.

b. Entre conducteurs et plomb :

36000 volts efficaces pendant . . . . 1 heure.
50000 — . . . . 1 minute.

(c'est-à-dire, pendant une minute, trois fois ou trois fois et demie la tension normale de service).

c. Sur deux échantillons de 2 m de longueur il devait être fait, à titre de renseignement, des essais de claquage, jusqu'à la plus haute tension qu'il serait possible d'atteindre entre un conducteur et les deux autres réunis à la chemise en plomb.

Après la mise en place des câbles, il devait être effectué sur la totalité de la canalisation un essai prolongé pendant une heure sous tension de 26000 volts entre un conducteur et les deux autres réunis au plomb.

Les opérations de déroulage et de pose des câbles devaient se faire sous la direction, la surveillance et la responsabilité de la maison Geoffroy et Delore.

Construction du câble. — Afin que l'expérience fût plus instructive, il fut convenu avec la Compagnie Thomson-Houston de lui fournir deux types de câbles avec des épaisseurs de diélectrique différentes. Il importait, en effet, de se rendre compte de l'épaisseur minimum à laquelle on pouvait pratiquement descendre, le câble devant être avant tout industriellement utilisable. La fourniture devait comprendre : 1° Un câble A dans lequel l'épaisseur de la couche isolante correspondrait au minimum jugé admissible; 2° Un câble B dans lequel l'épaisseur était encore plus réduite.

Le but était d'établir l'épaisseur minimum au-dessous de laquelle il ne fallait pas pratiquement descendre dans les conditions de service considérées.

Les câbles prévus étaient du type dit à trois conducteurs cordelés réunis sous la même chemise de plomb et la même armature. Chaque conducteur, constitué par du cuivre de haute conductibilité, avait une section de 25 mm² et était isolé par une couche de cellulose imprégnée d'une matière isolante spéciale. L'armature comprenait : une gaine de plomb, un matelas de filin goudronné, deux feuillards d'acier enroulés en hélice dans le même sens et formant couvre-joint l'un par rapport à l'autre, et enfin un dernier matelas extérieur de filin goudronné.

Essais des câbles en usine. — La fabrication, déjà très délicate pour des câbles ordinaires, fut particulièrement soignée pour ces câbles spéciaux. Toutes les bobines de câbles furent soumises à des essais électriques après les différentes phases importantes de la fabrication. Les derniers résultats de ces essais sont consignés dans le tableau ci-après :

ÉLÉMENTS.	CABLE A		CABLE B	
		TEMPÉRATURE EN DEGRÉS C.		TEMPÉRATURE EN DEGRÉS C.
Capacités linéaires, en microfarads : km :				
1° Entre deux conducteurs . . .	0,087	25	0,092	26
2° Entre un conducteur, les deux autres réunis au plomb. . . .	0,155	—	0,165	—
Isolements-longueurs, en mégohms-km :				
Entre un conducteur, les deux autres réunis au plomb. . . .	1,400	—	0,950	—
Durée d'électrification, en minutes	2	—	3	—

Essais à haute tension. — D'après les termes mêmes de la commande, les essais les plus importants devaient être les essais à haute tension. Chaque câble devait être soumis à une tension alternative de :

Entre conducteurs :

60000 volts maintenus pendant. . . . . . 1 heure.
80000 — . . . . . quelques secondes.

Entre conducteurs et le plomb :

36000 volts maintenus pendant. . . . . . 1 heure.
50000 — . . . . . . quelques secondes.

Les essais effectués au laboratoire furent beaucoup plus rigoureux encore. Il importait, en effet, d'avoir le coefficient de sécurité le plus grand possible. On n'a donc pas craint de pousser les essais et d'atteindre de plus hautes tensions.

Le câble A fut essayé (par bobines d'environ 200 m) à : 60000 volts pendant 15 minutes entre conducteur et plomb; 92500 volts pendant 15 minutes entre conducteurs.

Le câble B ne fut essayé, dans les mêmes conditions, qu'à 56000 et 90000 volts.

Ces essais furent répétés plusieurs fois sur les mêmes bobines et toujours sans incident pour les câbles.

Des échantillons prélevés sur chaque catégorie de câble ont été soumis aux plus hautes tensions (un peu plus élevées que dans les essais sur les bobines, à cause de la très faible capacité des échantillons qui avaient seulement quelques mètres de longueur).

Les plus grandes précautions furent prises pour ces essais de claquage qui ne sont pas encore d'une pratique courante, et la plus haute tension obtenue fut de 97000 volts.

Pendant ces essais, qui furent renouvelés plusieurs fois et à des températures différentes, on n'a pu obtenir aucune décharge disruptive à travers le diélectrique, même dans le cas du câble le moins isolé, câble B.

Quand on atteint de telles tensions, il devient très difficile de préparer les expériences qui exigent des bouts très longs pour les échantillons en essai; de fortes aigrettes sont nettement visibles : elles courent de l'âme en cuivre à la chemise de plomb; les surfaces en jeu facilitent la formation de ces effluves, et il est difficile

d'éviter de fortes étincelles qui, créant de rapides oscillations et de brusques changements de régime, sont néfastes pour les transformateurs.

Sur quel coefficient de sécurité ces essais donnaient-ils le droit de compter? On sait que dans un essai à haute tension entre conducteur et plomb, la répartition du potentiel n'est pas linéaire et que le diélectrique travaille davantage dans le voisinage du cuivre que sous la gaine de plomb. Il faut aussi remarquer que le petit diamètre d'un conducteur en cuivre de 25 mm² est une circonstance défavorable pour la bonne résistance du diélectrique.

Dans le cas du câble B, essayé à 60 000 volts entre conducteur et plomb, les formules connues indiquent que la contrainte maxima du diélectrique [1] est, au voisinage du cuivre, de 20 000 volts par mm en chiffres ronds.

Des essais systématiques entrepris à l'usine, il résulte qu'en essayant à 60 000 volts une longueur de 200 m de câble B (qui, en marche normale, ne devait supporter dans les mêmes conditions *que* 15 000 *volts efficaces*), on avait encore un coefficient de sécurité très notable.

Pendant les différentes phases de la fabrication, les bobines furent toutes soigneusement auscultées et le moindre défaut, la moindre faiblesse auraient été de suite mis en évidence, ce qui ne s'est pas produit. La régularité des essais électriques, leur homogénéité sont un indice sûr d'une bonne fabrication parfaitement au point.

Pose des câbles. — Il a été ouvert une tranchée de 90 cm de profondeur et de 1,15 m de largeur; le fond de la tranchée a été recouvert d'une couche uniforme de 10 cm d'épaisseur de sable de carrière sur laquelle les câbles ont été déroulés; ils ont été ensuite renfermés dans un cloisonnage en briques, afin d'éviter les détériorations accidentelles (fig. 1). Les parois verticales ont été consti-

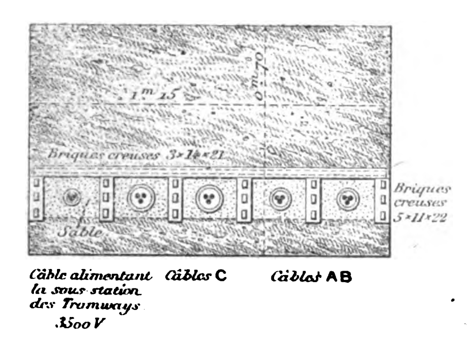


Fig. 1.

tuées par une rangée de briques creuses de 4,5 × 11 × 21 cm placées bout à bout. On a rempli de sable; puis la couverture de cette espèce de caniveau a été faite avec des briques creuses de 3 × 14 × 21 cm, posées à plat sur les premières; ensuite les tranchées ont été remblayées.

Les plus faibles rayons de courbure (voir le plan fig. 2) se trouvaient à l'entrée du poste du Brunet et à la boucle d'extrémité E; ils étaient au minimum de 2 m.

La tranchée renfermait non seulement le câble GD mais encore un autre câble C en parallèle avec lui. La

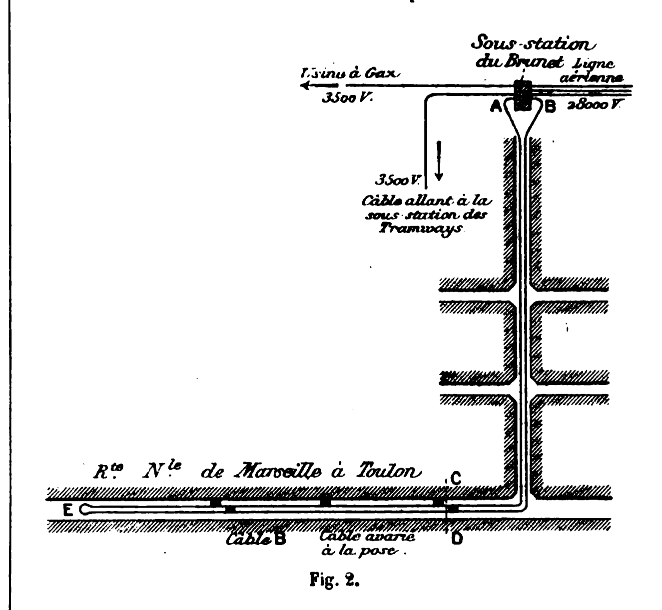


Fig. 2.

tranchée contenait en outre le câble pour 3500 volts alimentant l'usine des tramways.

Le câble A (type fort) était posé en AC et DB du plan; le câble B (type faible) était posé en CDE. La longueur totale étant de 1375 m, divisée en longueurs d'environ 200 m, le nombre des boites de jonction était de 7, non compris les deux boîtes d'extrémité.

A la pose, l'un des tronçons du câble s'est trouvé un peu écrasé par un touret à la suite d'une fausse manœuvre. Cet accident s'est produit au point marqué sur le plan : câble avarié; il n'a eu cependant aucune conséquence fâcheuse, le câble ayant subi sans inconvénient les essais après la pose.

Connexions. — *Tableau à la station du Brunet.* — La ligne aérienne double venant d'Entraygues est établie en fil de cuivre de 28 mm² de section, posé sur des isolateurs spéciaux à double cloche; elle aboutit dans la station du Brunet, à 3 km environ de Toulon, à deux transformateurs de 650 kilowatts.

C'est de ce poste de transformation que partent les feeders à 3500 volts alimentant en triphasé deux autres sous-stations qui sont :

1° Celle de la Société du Gaz qui transforme à nouveau le courant pour l'éclairage en courant continu à 260 volts;

2° L'usine des tramways électriques où la génération du courant continu à 600 volts est obtenue par deux groupes, moteur synchrone-génératrice, de 225 poncelets.

Le schéma ci-dessous (fig. 3) donne une idée de l'installation à la station du Brunet : Les câbles armés GD partant du tableau y revenaient après avoir formé une boucle. Une

[1] La contrainte d'un diélectrique est le quotient de la tension appliquée entre deux points de ce diélectrique par leur distance. Elle se mesure en volts par millimètre.

simple manœuvre de couteaux à double effet K permettait d'introduire les câbles armés en série avec la ligne aérienne ou de faire arriver directement le courant sur les barres omnibus.

L'installation devait être faite, dans l'esprit du projet primitif, de telle sorte que les bobines de self et les parafoudres puissent protéger les câbles armés contre les surtensions possibles sur la ligne aérienne (ces condi-

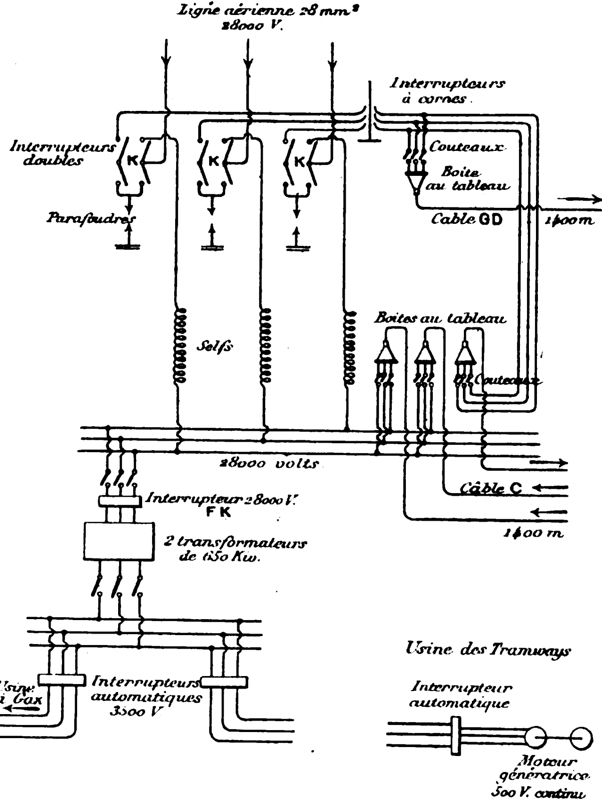


Fig. 3.

tions de protection sont des plus courantes, même dans les transports de force motrice à plus faible tension).

Cependant, les selfs étaient mises hors circuit quand on branchait les câbles. Les expériences n'en sont que plus concluantes, les câbles n'ayant été aucunement protégés contre les surtensions qui se sont certainement produites pendant toute la durée de la mise en service, notamment en raison des nombreux coups de foudre que l'installation a eu à supporter.

L'interrupteur à cornes placé sur le circuit des câbles n'a jamais servi; il fonctionnait très mal, et son usage était plutôt dangereux.

Pour enlever les câbles du circuit, on coupait d'abord les interrupteurs à huile (FK) sur 20 000 volts; les couteaux ordinaires suffisaient à couper le courant de capacité.

Essais après la pose. — Les essais d'isolement effectués après la pose ont donné les résultats suivants, exprimés mégohms-km.

Les essais ont été faits successivement entre chacun des trois conducteurs et la terre.

CABLES.	LONGUEURS EN MÈTRES.	TEMPS D'ÉLECTRIFICATION EN MINUTES.						
		1/4.	1/2.	1.	2.	3.	5.	10.
A	800	420	560	710	1230	1600	»	»
A + B	1400	»	»	574	1000	1600	2360	3400

On a ensuite procédé, avant la mise en service régulière du câble, à deux essais de haute tension dont nous donnons ci-dessous le procès-verbal :

Procès-verbal des essais effectués à la sous-station de Toulon (Nuit du 27 au 28 janvier 1905). — « *Premier essai.* — Point neutre du transformateur à la terre, les trois conducteurs du câble branchés seuls sur trois phases de l'installation.

« Dans ces essais, la ligne aérienne d'Entraygues n'étant pas intéressée, le courant nécessaire était produit par un des moteurs synchrones de l'usine des tramways tournant en génératrice (voir le schéma); de ce fait, la tension à la sortie du transformateur a pu être portée progressivement jusqu'à 30 000 volts.

« La tension de 30 000 volts, *que nous n'avons pu dépasser*, le rhéostat de la génératrice étant à bloc, a été maintenue pendant une demi-heure environ.

« *Deuxième essai.* — Point neutre du transformateur isolé, une des phases de l'installation étant mise à la terre. La tension a été montée graduellement jusqu'à 28 000 volts, et a été maintenue pendant une demi-heure environ.

« Dans cet essai, la tension de 28 000 volts s'est donc exercée *entre l'un des conducteurs du câble et l'armature*

« Il est à remarquer que pendant ces deux essais le câble n'était protégé ni par les parafoudres ni par les selfs; il se trouvait donc dans des conditions défavorables. Pourtant ce câble s'est parfaitement bien comporté et a pu être mis en service immédiatement, c'est-à-dire en série avec la ligne aérienne du transport de force motrice d'Entraygues.

« En service courant, le câble n'est protégé que par les parafoudres, les bobines de self ayant été mises hors circuit par suite de l'introduction du câble dans l'installation. »

Pour la Société l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen : MONTLAHUC.

Pour la Compagnie Thomson-Houston : E. OLIVE.

Pour la Société Geoffroy et Delore : F. MONGALVY.

Ces essais après pose, effectués immédiatement avant la mise en service régulière du câble, furent particulièrement intéressants.

La ligne aérienne fut coupée par l'ouverture des interrupteurs doubles K et le courant nécessaire fourni par l'usine des tramways.

La première expérience qui consistait à brancher simplement le câble sur les barres haute tension, ne donna lieu à aucun incident; la tension fut poussée graduellement jusqu'à 30 000 volts et maintenue pendant une demi-heure.

Nous aurions voulu pouvoir atteindre un voltage plus élevé, mais il fut impossible avec le matériel disponible de dépasser le chiffre indiqué.

La deuxième expérience constituait une véritable

épreuve pour le câble. Elle fut très intéressante, et même impressionnante à cause des phénomènes secondaires qui furent constatés pendant l'essai. Il s'agissait de mettre une des phases du transformateur à la terre, c'est-à-dire de la réunir à l'enveloppe en plomb du câble armé, et de pousser dans ces conditions au maximum de tension qu'il était donné d'atteindre, ce qui évidemment était une expérience audacieuse. Aussitôt que les appareils indiquèrent 20 000 volts, toutes les masses métalliques du poste prirent une charge statique et de tous côtés apparurent de fortes effluves nettement visibles dans l'obscurité; elles étaient accompagnées de bruissements très caractéristiques. Ces phénomènes allèrent en s'accentuant jusqu'à 28 000 volts, tension à laquelle les crépitements furent nettement perçus malgré le ronflement du transformateur.

L'expérience dura une demi-heure, pendant laquelle les opérateurs furent fortement impressionnés par les phénomènes qui se manifestèrent.

Fonctionnement en service. — Le tableau ci-dessous indique les dates d'essais, de mise en service, et d'enlèvement du câble du réseau, ainsi que les différents incidents qui se sont produits pendant le fonctionnement :

28 janvier 1905. .	Essais du câble à 30 000 volts (voy. ci-dessus procès-verbal) et mise en service sur le réseau.
14 février 1905. .	Séparé les câbles du réseau. — Mis le câble C en service.

A partir de cette date, les câbles Geoffroy et Delore (A et B) sont mis en service une semaine sur deux environ; ils ont à supporter les incidents suivants :

Février . .	Orage violent. — Décharges aux parafoudres du Brunet.
Mars. . . .	Court-circuit sur la ligne aérienne.
17 avril . .	Orage. — Décharges aux parafoudres du Brunet.
30 avril . .	Mise en parallèle des deux câbles A et B avec le câble C.
15 mai . .	Déclanchement de l'interrupteur automatique d'Entraygues.
14 juin. . .	Accident du câble C; les câbles A et B restent seuls en service.
24 juin. . .	Séparé les câbles A et B du réseau pour permettre la réparation du câble C.
1er juillet. .	Remise en parallèle des câbles.
3 août. . .	Fin de l'expérience. — Enlèvement définitif du circuit.

Dans ce tableau, les orages les plus violents sont seuls mentionnés : il y en eut un grand nombre d'autres; les ruptures de courant *en charge* par suite du déclanchement d'interrupteurs automatiques ne sont pas non plus toutes portées : les câbles en ont subi un grand nombre.

Du 28 janvier au 3 août 1905, les câbles sont restés en service pendant environ 130 jours. Pendant tout ce temps, les parafoudres sont restés tels qu'on les avait montés, c'est-à-dire avec 56 intervalles d'air par parafoudre, ayant chacun une valeur de 1,25 mm, soit au total une distance explosive de 70 mm entre chaque fil et la terre. Le 3 août, l'expérience jugée suffisamment concluante prenait fin, et le câble, après ouverture de la tranchée, était relevé sur tourets.

Conclusion. — En résumé, l'expérience réalisée pendant une durée de six mois, sous le contrôle de la Compagnie Thomson-Houston et de la Société l'Énergie électrique du Littoral a été la première expérience d'emploi industriel de câble souterrain isolé et armé, placé à même le sol, et fonctionnant sous une tension qui s'est élevée jusqu'à 30 000 volts, dépassant ainsi de beaucoup toutes les tensions jusque-là usitées dans de semblables conditions.

Cette expérience s'est poursuivie dans des conditions absolument industrielles, sur un réseau en activité de service; le câble n'était, pour ainsi dire, pas protégé; il a eu à subir de nombreux à-coups, provenant des incidents du service, qui ont certainement donné lieu à de fortes surélévations de tension. Il n'était revêtu que d'une épaisseur de diélectrique réduite au strict minimum, afin de rendre l'expérience plus instructive en établissant, d'une part, l'excellente résistance du diélectrique, et démontrant, en outre, la possibilité d'obtenir un prix de revient très pratique. Malgré cela, le câble a toujours bien fonctionné et n'a donné lieu à aucun incident, même le plus léger.

MM. Geoffroy et Delore estiment, et c'est leur conclusion, qu'il est permis d'employer les câbles isolés enfouis directement dans le sol pour la transmission de l'énergie électrique, même aux tensions les plus élevées employées jusqu'à ce jour. Il est toutefois indispensable de se servir de câbles construits avec le plus grand soin et très soigneusement essayés.

Attestation délivrée par la Compagnie Thomson-Houston. — « Nous constatons très volontiers que le câble que vous nous avez fourni pour des expériences à haute tension en service industriel, à Toulon, s'est très bien comporté dans toutes ses parties, durant les divers essais auxquels il a été soumis.

« Il a effectué, sans accident d'aucune sorte, un service industriel ininterrompu, de fin décembre 1904 à fin juillet 1905, sous la tension efficace de 27 000 volts, malgré de nombreux orages ayant sévi dans la région traversée par les lignes aériennes dont ce câble formait le prolongement direct, sans aucune précaution spéciale, et malgré divers incidents d'exploitation et notamment divers courts-circuits survenus dans des circuits voisins branchés en parallèle avec votre câble.

« Pendant toute la durée de l'expérience, aucune précaution spéciale n'a été prise dans l'exploitation ordinaire, notamment au point de vue de la manœuvre des interrupteurs.

« Veuillez agréer, Messieurs, nos sincères salutations. »

Compagnie française pour l'exploitation
des procédés Thomson-Houston
Le Directeur général,
RENAUD.

ISOLATEURS

POUR

CONDUCTEURS DE PRISE DE COURANT

TYPE DE LA SOCIÉTÉ PARISIENNE POUR L'INDUSTRIE DES CHEMINS DE FER ET DES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES ADOPTÉ POUR LE MÉTROPOLITAIN DE PARIS

Ces isolateurs, appelés communément supports de troisième rail, ont de tout temps sollicité l'attention des compagnies exploitant des chemins de fer électriques, en particulier du Métropolitain de Paris.

On sait, en effet, qu'ils ont à satisfaire à des conditions multiples : isolement rigoureux du troisième rail, fixation convenable sur les traverses pour s'opposer aux mouvements de déversement et d'entraînement provoqués par les efforts des frotteurs et la dilatation des rails de prise de courant; suppression de tout danger d'incendie, etc.

Le bois paraffiné a dû être écarté, parce que son isolement diminue sous l'action de l'humidité atmosphérique. D'autre part les isolants artificiels ont le défaut d'être plus ou moins combustibles.

Le Métropolitain de Paris, après de nombreux essais, vient de fixer son choix sur un type de support dont l'isolant est du grès émaillé et qui a été étudié et construit par la « Parisienne électrique », avec le concours des usines de produits céramiques Émile Muller et Cie, à Ivry.

L'isolateur construit par la Parisienne électrique présente deux types de formes différentes : l'une pour les parties de ligne en alignement droit, l'autre pour les parties de ligne en courbe. Dans les deux types, pour éviter les ruptures, une feuille de plomb est interposée entre le grès et les parties métalliques, sur tous les points où ils se trouveraient en contact.

Isolateur pour ligne en alignement droit. — Il se compose d'un bloc prismatique en grès, présentant sur deux de ses faces latérales, vers la mi-hauteur, un fruit destiné à augmenter l'empattement à la base. Ce bloc a 21 cm de hauteur et 16,2 cm d'épaisseur (fig. 1 et 2). Il porte

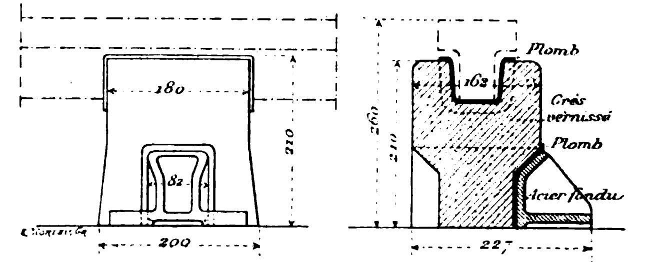
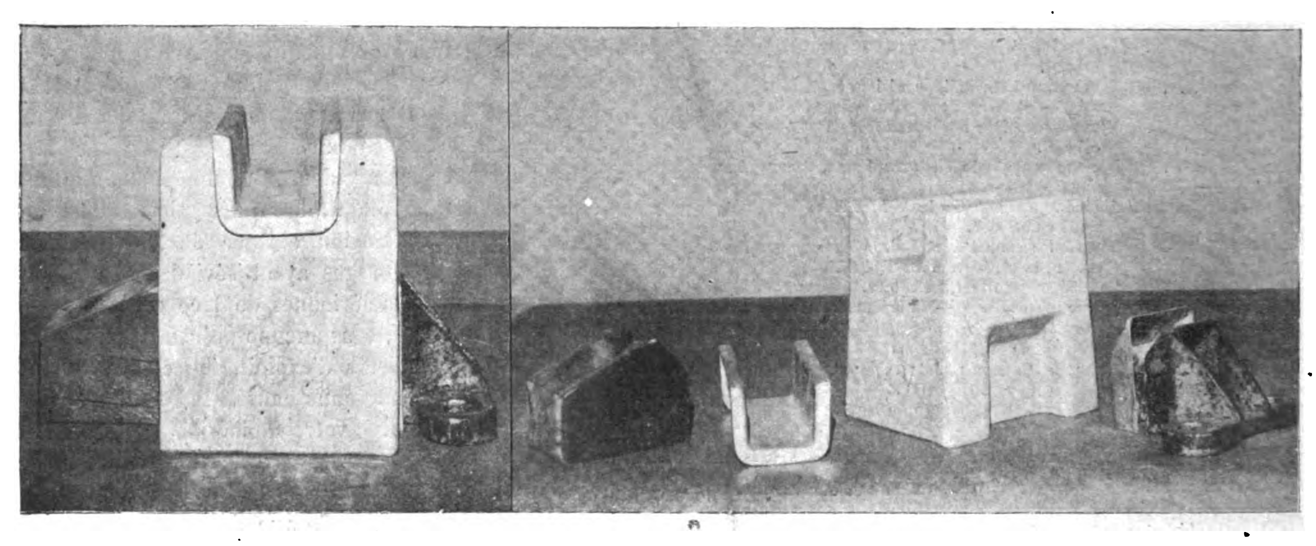


Fig. 1. — Isolateur en alignement droit. Vue latérale et coupe.

sur sa face supérieure une large entaille destinée à recevoir l'âme du rail avec interposition d'une feuille en plomb de 4 mm. Deux coussinets latéraux embrassent le bloc grâce à des logements convenablement ménagés dans le grès et fixent l'appareil sur la traverse. L'un est métallique et garni d'une feuille de plomb de 4 mm;


Fig. 2. — Isolateur en alignement droit. Vue d'ensemble et détails

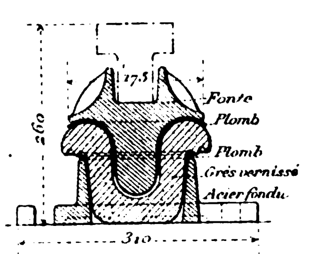
l'autre coussinet, placé du côté du rail de roulement, très rapproché au Métropolitain, se compose d'un bloc en bois paraffiné.

Isolateur pour ligne en courbe. — Il se compose d'un pot tronconique arrondi, creux, en grès, de 30 mm environ d'épaisseur; d'une crapaudine en acier coulé fixée à la traverse destinée à recevoir le pot en grès avec interposition d'une feuille de plomb de 4 mm et, enfin, d'un pivot à mâchoires en fonte supportant le rail conducteur. Le pivot pénètre dans le pot en grès dont il est séparé par une feuille de plomb de 4 mm (fig. 3 et 4).

Au point de vue électrique, la Compagnie du Métropolitain avait imposé au constructeur les conditions suivantes :

a. *Isolement.* — L'isolement mesuré sur l'isolateur ne devait pas être inférieur à 350 mégohms;

b. *Tension.* — Chaque isolateur d'essai devait supporter sans détérioration une tension de 1500 volts alternatifs pendant une demi-heure.



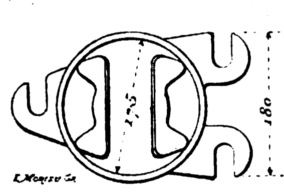


Fig. 3. — Isolateur de courbe. Coupe et plan.

Au point de vue physique, les grès ne devaient pas absorber plus de 5 pour 100 de leur poids d'eau après six heures d'immersion. L'émail plongé dans l'eau bouillante puis immédiatement dans l'eau à 15° C ne devait laisser paraître aucune gerçure ni craquelure.

Les expériences directes faites sur les isolateurs fournis ont donné les résultats suivants :

A. *Essais électriques.* — Ils ont été effectués séparément pour les deux types d'isolateur; à cet effet 2000 isolateurs du type alignement droit et 800 du type courbe ont été soumis aux expériences,

Isolement. — La résistance de chaque isolateur a été mesurée d'abord par la méthode de la déviation sous 50 volts par comparaison avec un mégohm étalon. (Chaque lot composé de 100 isolateurs.)

	Résistance d'un isolateur en mégohms
Isolateurs d'alignement.	
1° Essai sur 11 lots	31 600
2° — 1 lot	7 900
3° — 2 lots	1 500
4° — 3 lots	500
Isolateurs de courbe.	
5° Essai sur 2 lots	31 600
6° — 1 lot	7 900
7° — 2 lots	450

La résistance était mesurée pour le premier type (alignement) entre la feuille de plomb destinée à recevoir le rail et le coussinet métallique; pour les isolateurs du deuxième type (courbe), entre les deux feuilles de plomb.

Durant les essais précédents les opérateurs ont fait les remarques suivantes :

a. La résistance constante de 31 600 mégohms constatée dans les expériences 1 et 5 provenait de la limite même de l'appareil de mesure employé; la résistance d'isolement des blocs expérimentés est donc supérieure à 31 600 mégohms;

b. Un certain nombre de blocs essayés avaient séjourné avant d'être soumis aux expériences, pendant six heures dans l'eau. Étaient dans ce cas notamment ceux de la deuxième expérience du type isolateur alignement.

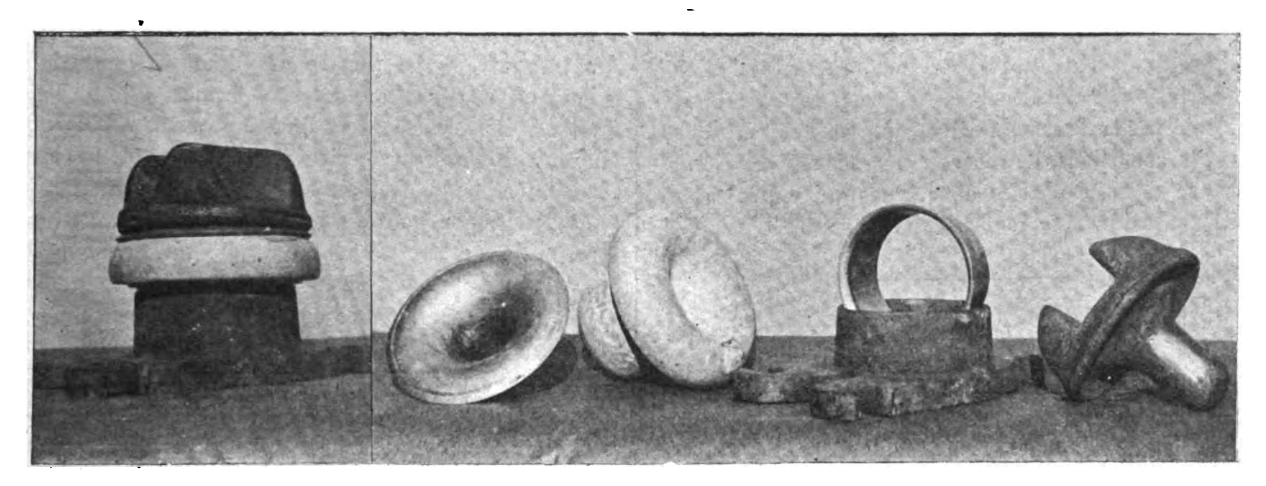


Fig. 4. — Isolateur pour ligne en courbe. Vue d'ensemble et détails.

Tension. — Les expériences ont été conduites comme précédemment et les isolateurs ont été soumis à deux expériences.

1° Tous les isolateurs ont été montés en parallèle pour être essayés en même temps, l'ensemble a été soumis pendant une demi-heure à un courant alternatif de 2200 volts, puis pendant cinq minutes à un courant alternatif de 4200 volts. Aucune rupture n'a été constatée;

2° Sous un courant de 42 000 volts l'isolateur du premier type (alignement) n'a pu être percé; l'arc s'est amorcé extérieurement entre ses deux armatures métalliques sans que le grès ait été détérioré.

L'isolateur du deuxième type (courbe) a été percé, dans deux expériences, l'une sous une tension de 18 000 volts, l'autre sous une tension de 48 000 volts.

Sur ces deux isolateurs la perforation s'est produite à la partie inférieure du pot.

B. *Absorption*. — Parmi les 2800 isolateurs soumis à l'examen, 150 ont été choisis arbitrairement dont 100 du type alignement droit et 50 du type courbe.

Ces 150 isolateurs, convenablement nettoyés et essuyés ont été soumis aux deux expériences suivantes :

1° Pesés au préalable séparément, on les a immergés pendant six heures dans un bassin plein d'eau à une température de 9 à 10° C. On les a retirés ensuite et pesés à nouveau immédiatement. Sur les 100 isolateurs du premier type (alignement) un seul a donné une augmentation de 2,27 pour 100, tous les autres ont accusé des augmentations de poids variant de 0 à 1 pour 100. Sur les 50 isolateurs du deuxième type (courbe), un seul a donné une augmentation de poids supérieure à 5 pour 100 (6,14 pour 100); tous les autres ont accusé des augmentations variant de 0 à 0,5 pour 100;

2° Les 150 isolateurs ont ensuite été plongés, un à un, dans un bassin d'eau bouillante, puis retirés et plongés immédiatement après dans un autre bassin plein d'eau à 15° C.

Au préalable les isolateurs avaient tous été soumis à un examen minutieux, lequel renouvelé après la deuxième immersion n'a fait constater aucune trace de craquelures ni gerçures.

Comme on voit par l'exposé qui précède, les expériences faites ont été très intéressantes et ont donné des résultats remarquables. Les isolateurs que vient d'adopter la Compagnie du Métropolitain de Paris, remplissent des conditions d'isolement et d'étanchéité très supérieures à celles exigées par le cahier des charges. Le type d'isolateur créé par la Parisienne électrique ne peut manquer, dans ces conditions, de recevoir bon accueil des Compagnies de chemins de fer électriques qui emploient un troisième rail comme conducteur du courant. A. Z.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Relais d'appel pour la télégraphie sans fil. — Un nouveau relais d'appel vient d'être mis à l'essai par M. Sullivan. L'appareil consiste en un aimant permanent et une bobine mobile suspendue entre ses pôles, pratiquement identique à celle employée dans les galvanomètres à cadre mobile de M. Sullivan; mais dans le cas du relais la bobine mobile porte un bras, pourvu de contacts platinés sur chaque face à son bord extérieur. En face de ces contacts sont deux autres contacts fixes platinés eux aussi, et portés par des ressorts légers. Le passage d'un courant dans la bobine mobile a pour but de la faire tourner, ce qui provoque la fermeture des contacts et actionne le circuit d'une batterie sur une sonnerie locale.

Les perfectionnements principaux consistent dans l'arrangement des contacts des ressorts. La sensibilité de l'appareil est telle que, le courant d'un seul élément à travers une résistance de 9 mégohms (la plus grande résistance qu'on pouvait réaliser dans le laboratoire de M. Sullivan), suffisait pour actionner le relais avec certitude; cela représente un progrès très considérable en sensibilité comparé avec les relais qu'on a eus jusqu'à présent.

On a réalisé encore un perfectionnement en montant le contact mobile aussi sur un ressort porté par la bobine, par suite le contact est maintenu pendant un temps plus long que dans les anciens appareils.

L'instrument n'est pas sensible aux vibrations, il est monté de telle sorte que même des chocs sur la table qui le supporte ne causent pas de faux contacts. La bobine mobile porte un miroir, au moyen duquel, avec une lentille, on peut projeter un spot visible sur le mur de la chambre à une distance de 3,5 m, ce qui rend visible même en plein jour la déviation et appelle l'attention dans le cas où un défaut existerait dans le circuit de la sonnerie. La bobine mobile, avec sa suspension et tous les contacts, peut être enlevée entièrement et remplacée par une autre en très peu de temps; on donne du reste avec l'appareil des instructions détaillées pour le monter correctement, et pour que les connections des circuits soient faites convenablement.

Le système de voie Romanhac pour les tramways électriques. — Le service des tramways électriques exige une construction de voie beaucoup plus solide qu'il n'était nécessaire avec les tramways à vapeur ou à chevaux, à cause du service plus fréquent, de la vitesse plus élevée et des effets de freinage plus intenses.

La Compagnie Romanhac propose de substituer pour le type ordinaire de rail de tramway, un rail construit spécialement et de plus grand poids dans lequel la partie inférieure fait partie de la construction permanente de la voie, tandis que la partie supérieure peut être facilement remplacée quand l'occasion se présente.

Naturellement, cela simplifie énormément le renouvellement.

La Compagnie Romanhac emploie des machines brevetées d'un modèle spécial qui posent et soudent à froid la partie supérieure du rail sur la partie inférieure et qui peuvent aussi séparer la section supérieure lorsqu'elle est usée, de la section inférieure.

L'invention ne réside pas dans les rails, mais dans les machines nécessaires pour le montage des deux sections, et subséquemment, pour les séparer.

La deuxième machine qui découpe est pareille à la première, avec quelques petites modifications. La troisième machine est probablement la plus ingénieuse des trois; elle déchire le bord partiellement endommagé et permet que la section supérieure usée soit remplacée.

Les trois machines sont munies d'un chariot mobile, sur lequel est montée une chaudière et une machine à vapeur pour fournir la puissance motrice nécessaire à cette opération. Les diverses expériences qu'on a faites permettent de garantir la solidité des sections combinées. Les bords recourbés exercent une espèce de sertissage sur la section permanente, en sorte qu'il a fallu un effort de 23 000 kg pour faire glisser la section supérieure sur la section inférieure sur une longueur de 30 cm.

De plus, la voie Romanhac, en partie à cause du poids plus grand de la section combinée du rail employé, et aussi à cause de la facilité qu'elle offre de construire un pont, rend possible une voie plus rigide et supprime les difficultés de l'éclissage des rails.

Sur la question de première dépense, les sections plus lourdes des rails ont été trouvées plus chères que les rails ordinaires, mais les sections nouvelles coûtent moins pour être posées.

Le coût approximatif d'un kilomètre de voie Romanhac est de 23000 fr, qui comprennent 19000 fr pour les rails et le reste pour la pose, la jonction, etc.

Les parties supérieures des rails pèsent 22,7 kg:m et 39,3 kg:m les rails inférieurs, ou 62 kg:m.

Quoique le coût des rails ordinaires soit un peu moindre, on effectue une grande économie dans la durée et aussi dans le temps nécessaire au renouvellement de la voie ; 8 à 10 minutes ont suffi pour l'opération de la pose d'une section sur l'autre, et un pareil temps a été aussi nécessaire pour enlever une longueur moyenne de rail, de sorte que l'emploi continu des deux machines, l'une suivant l'autre, rendra possible des renouvellements rapides.

Les chemins de fer électriques. — A la réunion semestrielle de la Compagnie du chemin de fer *Lancashire-Yorskire*, le président sir George Armytage, a donné les résultats de l'exploitation électrique d'un tronçon de ligne entre Southport et Liverpool. Il dit qu'il avait trouvé, après une année d'essai, que le coût de l'exploitation électrique était, après avoir tenu compte de la dépréciation de l'installation, plus coûteux qu'avec l'ancien système. Malgré ce résultat cependant, les directeurs furent tout à fait satisfaits, car ils avaient pu faire beaucoup plus de travail et offrir un service beaucoup plus perfectionné au public. On a étudié quelques modifications qui donneraient la facilité de faire le trafic qui se développe si rapidement. Depuis la dernière réunion, le système électrique a été mis en communication avec le chemin de fer aérien de Liverpool.

A la réunion de la *North Eastern Railway C°*, à York, le président a fait mention des essais de traction électrique sur les lignes des environs de Newcastle on Tyne. Il dit que dans le dernier semestre de 1903, avec la traction à vapeur, on avait distribué 2 844 000 billets, tandis que dans la dernière moitié de 1905, avec la traction électrique on avait distribué 3 548 000 billets, soit une augmentation de 25 pour 100.

En 1903, les bénéfices avec la traction à vapeur furent de 3 225 000 fr, et en 1905, avec la traction électrique, ils atteignirent 3 775 000 fr; notons qu'en 1905 on avait réalisé deux fois plus de trains-km qu'en 1903. La Compagnie avait beaucoup fait pour augmenter le confort et faciliter les communications sur le tronçon qu'on venait d'équiper électriquement.

Avec la traction électrique de 50 km de chemins de fer dans les environs de Newcastle, on avait doublé le nombre de trains-km, et doublé aussi le confort pour le public. Le prix d'exploitation d'un train-km, après avoir tenu compte de la dépréciation du matériel, avait été avec la traction électrique de 55 centimes par train-km, contre 95 centimes par train-km avec la vapeur. On avait eu des trains plus petits, mais il y en avait beaucoup plus. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 29 janvier 1906.

Sur le spectre de flamme du mercure. — Note de M. C. de Watteville, présentée par M. Lippmann. (*Extrait.*) — Tandis que la plupart des métaux donnent, soit dans la flamme du mélange de gaz d'éclairage et d'air, soit dans celle du chalumeau oxhydrique, un spectre plus ou moins riche en raies, le mercure semblait être l'un des rares d'entre ceux qui ne possèdent pas cette propriété. Au cours de leurs beaux travaux, MM. Hartley et Ramage n'ont pu photographier ni raies, ni bandes du mercure en en chauffant l'oxyde dans la flamme oxhydrique [1]. M. Gouy était arrivé, par l'emploi de son pulvérisateur, à la même conclusion négative [2]. De mon côté, je n'avais obtenu, avec le dispositif de M. Gouy, aucun élément du spectre du mercure, en me servant soit du bichlorure dissous dans l'eau, soit de mercure dissous dans l'acide nitrique. Les recherches précédentes avaient d'ailleurs été faites au moyen de prismes en verre et les miennes à l'aide d'un réseau concave de Rowland.

On pouvait attribuer l'insuccès de ces tentatives à la difficile décomposition des sels utilisés; j'ai essayé récemment l'emploi des composés organiques tels que l'acétate et le cyanure de mercure. (Ces corps étaient dissous dans l'eau distillée et mélangés, à l'état de poussière, au gaz d'éclairage par l'appareil de M. Gouy.) J'ai réussi à obtenir ainsi, à l'aide d'un spectrographe en quartz, un spectre du mercure qui se compose de la seule raie 2536,72 mesurée par MM. Kayser et Runge dans le spectre d'arc du mercure, où elle se trouve très forte et renversée. Cette raie est d'ailleurs extrêmement intense dans la flamme, puisqu'une pose de 1 heure est plus que suffi-

(1) *Scient. Trans. of the Roy. Dublin Soc.*, vol. VII, 1901, p. 339

(2) *Ann. de chim. et de phys.*, 5e série, t. XVI.I, 1879.

sante pour la faire apparaître d'une manière très marquée sur la plaque. J'ai essayé sans effet, en prolongeant la pose au delà de 10 heures, d'obtenir quelque autre raie du mercure dans les mêmes conditions.

Ayant répété l'expérience avec le nitrate mercurique en solution dans l'eau, j'ai trouvé un résultat identique au précédent, c'est-à-dire l'enregistrement de cette raie 2536,72 à l'exclusion de toute autre. Je n'ai pu, soit avec l'œil, soit par la photographie, dans le cas des trois sels employés (acétate, cyanure, nitrate), observer aucune trace des raies 547 et 435 que Mitscherlich dit avoir vues en introduisant du cyanure de mercure dans la flamme [1].

Sur la durée de la décharge dans un tube à rayons X. — Note de M. André Broca, présentée par M. Becquerel. — Des mesures purement électriques m'ont permis d'arriver à quelques notions approximatives sur la durée de la décharge dans un tube de Crookes. Je donne d'abord le principe de la méthode.

Le tube en expérience est mis en série avec une soupape de Villard et excité au moyen d'une bobine d'induction. Dans ces conditions, l'onde de rupture seule passe dans le circuit. Le milliampèremètre de secondaire à cadre mobile de MM. d'Arsonval et Gaiffe permet alors de mesurer l'intensité moyenne qui traverse le tube. Soit n le nombre d'interruptions par seconde du courant primaire, cet instrument nous donne :

$$n\int_0^\theta i\,dt = \varepsilon, \qquad (1)$$

ε étant la lecture faite pendant le fonctionnement et θ la durée d'une décharge élémentaire. Avec l'interrupteur-turbine, exclusivement employé, la régularité de fonctionnement est assez grande pour permettre une lecture convenable.

Supposons maintenant que nous mettions en circuit avec le milliampèremètre à cadre mobile un appareil de mesure de courants alternatifs; celui-ci nous donnera une indication correspondant à celle que donnerait un courant continu ε_1 et nous aurons :

$$n\int_0^\theta i^2 dt = \varepsilon_1^2. \qquad (2)$$

Si l'on connaissait la forme de la fonction $i = \varphi(t)$ les deux expressions (1) et (2) seraient des fonctions de θ et de l'intensité maxima I, qui détermineraient ces deux quantités. Dans l'ignorance où nous sommes de la fonction φ, nous allons faire une hypothèse sûrement erronée, mais qui nous donnera tout au moins l'ordre de grandeur de I et de θ; nous allons supposer i constant et égal à I pendant le temps d'une décharge. Il est certain que l'établissement du courant dans le tube, qui est un phénomène disruptif, est très brusque; je dois avouer que nous n'avons pas de données sur la façon dont l'intensité revient à zéro, mais il est probable que ce retour se fait asymptotiquement, la courbe descendant brusquement au début. Dans ces conditions, l'hypothèse faite doit être peu erronée. Les équations deviennent :

$$In\theta = \varepsilon, \quad I^2 n\theta = \varepsilon_1^2, \quad \text{d'où} \quad I = \frac{\varepsilon_1^2}{\varepsilon}, \quad \theta = \frac{\varepsilon^2}{n\varepsilon_1^2}.$$

La difficulté était d'avoir un appareil étalonné donnant des indications en i^2 et assez sensible pour fonctionner sur le secondaire de la bobine. On pourrait prendre un électromètre idiostatique aux bornes d'une résistance convenable ou un appareil de Duddell; j'ai préféré prendre un simple fil d'alliage de platine et cuivre de 1 m de long, 0,02 mm de diamètre et de 2000 ohms de résistance environ, le tendre légèrement dans un conducteur creux et mesurer ses variations de flèche avec un microscope à grande distance focale. Pour avoir un grossissement suffisant en respectant cette dernière condition, indispensable pour éviter les perturbations statiques dues au verre de l'objectif, l'oculaire doit être placé sur un support éloigné de 2,50 m de l'objectif. Ce calorimètre a été étalonné préalablement au moyen du milliampèremètre même qui sert à la mesure de $\int i\,dt$.

La fréquence des interruptions n est donnée au moyen d'un dispositif stroboscopique.

J'ai commencé par prendre un tube Chabaud-Villard amené à 12 cm d'étincelle équivalente et j'ai fait varier la fréquence des interruptions. J'ai eu les chiffres suivants :

n.	ε. Milliamp.	ε_1^2.	p.	I. Milliamp.	θ. Sec.
84.	1	26	7,5	18	0,0005
42.	1	50	15	36	0,0005
21.	1	100	30	72	0,0005

p est le nombre de divisions du micromètre oculaire, duquel on déduit la valeur de ε_1^2.

La bobine employée dans cette expérience est une bobine de 45 cm d'étincelle, dont la période d'oscillation propre est d'environ 0,002 de seconde. J'ai ensuite pris une petite bobine de 25 cm d'étincelle et j'ai eu $\varepsilon_1^2 = 50$ pour $n = 42$ et $\varepsilon = 1$, ce qui donne encore $\theta = 0,0005$ seconde. La période d'oscillation de cette bobine est cependant comprise entre 0,001 et 0,0007 secondes, beaucoup plus courte que la précédente, et le temps pendant lequel passe la décharge dans le tube reste le même.

Ce temps, qui n'est changé ni par la valeur de I, ni par la période de la bobine, semble donc être une caractéristique d'un tube donné.

J'ai alors pris la grosse bobine et la fréquence de 42 interruptions par seconde et j'ai étudié ce que devient le temps θ quand l'étincelle équivalente change; les chiffres obtenus sont les suivants :

	Cm.	Sec.
Étincelle équivalente.	6	$\theta = 0,00067$
—	8	$\theta = 0,00058$
—	9	$\theta = 0,00054$
—	10	$\theta = 0,0005$

Au delà et jusqu'à 20 cm d'étincelle équivalente, limite extrême de ce qu'on peut atteindre sans danger pour le tube, le temps θ reste ensuite constant, au moins dans la limite des erreurs d'expérience.

M. Turchini (Voy. les *Comptes rendus*, 15 mai 1905) a

[1] *Phil. Mag.*, 1864, p. 178.

établi qu'un tube à rayons X atteignait, à partir de 10 cm d'étincelle équivalente, un régime permanent de puissance, au point de vue de la radioscopie et de la radiographie, c'est-à-dire que la puissance des rayons X qui en émanent, pour une intensité moyenne constante, est indépendante de l'étincelle équivalente au delà de 10 cm.

Les faits que je présente aujourd'hui prouvent que cette constance des effets extérieurs dus aux rayons X est intimement liée à une constance analogue du régime intérieur relatif à la décharge cathodique. Il est probable que c'est seulement pour l'étincelle équivalente de 10 cm que le phénomène cathodique pur se produit. A partir de ce moment le tube semble être caractérisé par un régime de décharge aussi bien déterminé que celui d'un circuit de condensateur.

Il semble que le tube à rayons X résiste jusqu'à une certaine valeur du potentiel dépendant de son degré de vide, puisqu'il se produit un phénomène disruptif qui déclenche le tourbillonnement de l'afflux cathodique et des rayons cathodiques. Ce tourbillonnement semble doué d'une période propre, à peu près indépendante du degré de vide à partir du moment où la décharge cathodique est pure.

Sur la diminution de la radioactivité du polonium avec le temps. — Note de Mme Curie, présentée par M. P. Curie. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Séance du 5 février 1906.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

BIBLIOGRAPHIE

La Législation des Accidents du travail, par Grillet. (*Encyclopédie des Aide-mémoire*). — *Gauthier-Villars et Masson et Cie*, éditeurs, Paris, 1905. — Format usuel : 19 × 12 ; 200 pages. — Prix : 3 fr.

Les lois successives des 9 avril 1898, 22 mars 1902 et 31 mars 1905 sur les responsabilités des accidents du travail, si elles sont les premières et déjà assez nombreuses, ne seront probablement pas les dernières, étant donné le côté politique de la question et l'incapacité législative et juridique absolue de nos législateurs. Dans ces conditions, au titre documentaire seul leur réunion, leur critique et leur économie générale étaient déjà intéressantes; mais la large part d'interprétation ou tout au moins d'application d'espèces laissée aux Cours et Tribunaux méritait, à côté de la législation même, une attention spéciale donnée à la jurisprudence. C'est cet ensemble qui constitue le nouveau volume de l'Encyclopédie des Aide-mémoire ici présenté et lui donne le caractère pratique qu'il revêt sous la plume d'un Inspecteur du travail assez familiarisé avec l'industrie pour ne pas tomber dans un excès juridique, et assez juriste, d'autre part, pour ne pas se laisser aller à l'excès contraire. L'analyse qu'il contient de plus de 1200 décisions judiciaires et le barème qu'il dresse de près de 200 cas d'indemnités accordées pour incapacités permanentes partielles de travail tendent à établir une sorte de tarification moyenne des divers accidents qui, étant donné la tendance actuelle à la forme concrète et pécuniaire attribuée à toute chose, finira par prévaloir et laissera, du même coup, à chacun la faculté de choisir son genre d'accident suivant sa rémunération plus ou moins libérale.

L'ouvrage comprend deux parties : l'une affectée aux principes généraux de la législation; l'autre divisée en quatre sections respectivement intitulées : Domaine d'application de la loi ; Indemnités; Prescription, compétence, procédure, et Révision des indemnités; et enfin Garantie, assurances, dispositions générales.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'utilité de ce volume pour tous les ingénieurs et industriels et, par suite, pour les électriciens de profession ou d'occasion nombreux parmi eux. Malgré son caractère essentiellement biologique, sa place est, à ce titre bien marquée dans la « Section de l'Ingénieur » de cette encyclopédie.

Son contenu va-t-il jusqu'à intéresser ceux qui, n'étant pas de la partie et inconscients du danger, veulent, comme des enfants, se mêler de tout et toucher à tout sans y rien connaître? E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

356 416. — **Delattre.** — *Perfectionnements aux piles* (25 juillet 1905).

356 423. — **Dixon.** — *Perfectionnements à la production et à la distribution de l'électricité* (26 juillet 1905).

356 429. — **Jessen.** — *Auto-démarreur pour électromoteurs* (26 juillet 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien. — Deux Assemblées ont été tenues le 24 février dernier, sous la présidence de M. Genty, l'une ordinaire et l'autre extraordinaire.

A la première ont été soumis les résultats de l'exercice 1905 et indiqué les modifications produites dans la situation générale.

En attendant la réorganisation générale des Transports en commun toujours à l'étude, la Compagnie a obtenu dans l'exploitation de ses lignes Bondy-Concorde, Charenton-La Varenne et Saint-Maur-Vincennes, certaines modifications permettant de mettre les services plus en conformité avec les besoins du public et d'en obtenir par suite des résultats plus satisfaisants.

Dans le même ordre d'idées, la Compagnie a demandé la concession du prolongement de la ligne Saint-Maur-Vincennes jusqu'au Cours de Vincennes, près du terminus du Métropolitain, et celle d'un embranchement de la même ligne destiné à desservir Joinville, le Vieux Saint-Maur, Champignol et la Varenne-Saint-Hilaire.

Le Conseil espère que les pouvoirs publics, au moment de prendre une décision sur la réorganisation générale, tiendront compte de la vitalité de l'entreprise et reconnaîtront la nécessité d'améliorer les conditions d'exploitation en accordant les modifications sollicitées par la Compagnie.

Cette vitalité paraît suffisamment établie par ce fait que la Compagnie a pu trouver dans le trafic de ses lignes de banlieue, les éléments nécessaires pour compenser, dès le premier exercice, la perte inévitable de recette résultant, pour la partie intra-muros de ses lignes aboutissant à l'Opéra, de la concurrence directe de la ligne métropolitaine n° 3.

Contrairement aux prévisions, le rétablissement des installations détruites rues du Quatre-Septembre et Réaumur, au cours des travaux de construction du Métropolitain, n'a pas encore fait l'objet, avec la Ville de Paris, d'un compromis analogue à celui qui avait permis d'effectuer la réfection des voies, avenues de la République et Gambetta. Il y a lieu de croire que ce compromis ne tardera pas à intervenir, la juridiction administrative restant saisie de l'ensemble des réclamations de la Compagnie.

Passant à l'examen de la marche purement industrielle, on constate que la longueur des lignes exploitées du réseau, qui était au 31 décembre 1904 de 155 km, a été portée au 31 décembre 1905 à 163,8 km, par suite de l'ouverture, le 25 juillet 1905, de la ligne Bagnolet-Ménilmontant-Opéra.

Cette ligne donne des résultats satisfaisants et tels que l'accroissement progressif du nombre des voyageurs nécessitera prochainement l'augmentation du nombre de voitures affectées à ce service.

La moins-value constatée l'année dernière dans les recettes voyageurs, comparativement à l'exercice 1903, et qui n'était d'ailleurs due qu'à des circonstances tout à fait accidentelles, a fait place cette année à une augmentation sensible, non seulement sur l'exercice 1904, mais encore sur tous les exercices antérieurs. On enregistre, en effet, pour l'exercice 1905, des recettes globales voyageurs s'élevant à 5 116 683,30 fr, en augmentation de 205 348,85 fr sur l'exercice précédent. Grâce à une compression constante des dépenses, le coût du kilomètre-voiture est passé à 0,566 en 1905 contre 0,617 fr en 1904.

Enfin les bénéfices d'exploitation atteignent le chiffre de 915 233,30 fr, en augmentation de 226 892,97 fr sur l'exercice précédent.

La situation financière s'établit comme suit :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1905

Actif.

Compte de premier établissement	46 742 400,86 fr.
Contrat d'éclairage	522 234,70
Mobilier et installation	74 511,96
Dépenses à amortir	11 636 908,46
Comptes débiteurs	2 492 595,42
Disponibilités	597 331,43
Profits et pertes (défalcation faite des bénéfices de l'exercice 1905	1 869 425,20
Total	63 935 408,03 fr.

Passif.

Capital	36 000 000,00 fr.
Emprunt de construction	26 470 359,06
Provisions pour travaux	2 091,94
Comptes divers créditeurs	141 406,12
Créditeurs divers	1 321 550,93
Total	63 935 408,03 fr.

Après une courte allocution du Président, l'Assemblée adopta les résolutions suivantes :

Première résolution. — L'Assemblée générale approuve en leur entier les comptes de l'exercice 1905 tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'administration et arrête le compte de Profits et Pertes au solde débiteur de 1 869 425,20 fr.

Deuxième résolution. — L'Assemblée réélit comme administrateur M. Lutscher, administrateur sortant.

Troisième résolution. — L'Assemblée générale nomme MM. Frachon et L'Épine, commissaires, chargés de faire, conjointement ou séparément, un rapport sur l'exercice 1906, et maintient au même chiffre que l'année dernière le montant de leur rémunération totale.

Quatrième résolution. — L'Assemblée générale, conformément à l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, autorise chacun des membres du Conseil à traiter, jusqu'à la prochaine Assemblée générale annuelle, et tant pour leur compte personnel que pour celui des Sociétés dans lesquelles ils sont intéressés, toutes opérations qui seront agréées par le Conseil d'administration.

Aussitôt après fut tenue l'Assemblée extraordinaire qui avait à décider de la réforme financière de la Société.

Aucune objection n'ayant été faite au rapport spécial du commissaire, M. Léon Cornudet, le Président mit aux voix les résolutions suivantes qui furent adoptées :

Première résolution. — L'Assemblée, après avoir entendu la lecture du rapport du Commissaire, tenu imprimé depuis le 9 février 1906, au siège de la Société et en adoptant les conclusions :

Approuve purement et simplement les apports en nature faits à la Société par la Société civile pour le recouvrement des créances sur la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien, suivant acte du 24 juin 1905, et par divers apporteurs nommés en deux actes du 23 mars précédent, et l'attribution totale de 264 000 actions de priorité de 100 fr libérées, faite en représentation de cet apport.

Et par suite de cette approbation, elle déclare que l'apport est définitif.

Deuxième résolution. — L'Assemblée constate que la réduction du capital social à 7 200 000 fr, son augmentation de 26 400 000 fr, et les modifications aux statuts décidées par la première et la deuxième résolution de l'Assemblée du 29 juillet 1905, et soumises à la condition de la réalisation définitive de l'apport qui vient d'être approuvé, sont définitives par suite de l'accomplissement de la condition à laquelle elles étaient soumises.

Troisième résolution. — L'Assemblée donne au porteur des pièces tous pouvoirs pour les publications légales.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

57076. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 342. **25 Mars 1906.**

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Changement de Ministère du département des postes, télégraphes et téléphones. — Par décret du 14 mars 1905, les services des postes, télégraphes et téléphones, qui ressortissaient du Ministère du commerce et de l'industrie, passent au Ministère des travaux publics. Nous publions ci-dessous le rapport justificatif de cette mutation et le décret qui la sanctionne.

« *Rapport* — Il parait nécessaire de rattacher les services des postes, télégraphes et téléphones au Ministère des travaux publics, avec lequel ils ont d'étroites et continuelles relations.

« En effet, en ce qui concerne le service postal, une des questions les plus importantes — la question capitale — est celle du transport des sacs de dépêches : le service ambulant, on l'a répété souvent, constitue l'organisme essentiel de notre administration postale.

« Le transport du matériel, l'établissement des lignes télégraphiques et téléphoniques le long des voies ferrées, la transmission de l'énergie électrique dont la surveillance est si étroitement liée au bon fonctionnement des communications télégraphiques et téléphoniques créent l'obligation entre les deux administrations de relations quotidiennes et soulèvent de communs et graves problèmes.

« La logique des choses et la bonne marche des services rendent donc désirable le rattachement au Ministère des travaux publics du sous-secrétariat d'État des postes et des télégraphes.

« Dans la pensée que vous voudrez bien approuver cette manière de voir, j'ai l'honneur de soumettre à votre signature le projet de décret ci-joint.

« *Le Président du Conseil, garde des sceaux,*
Ministre de la justice,
« F. Sarrien. »

« Le Président de la République française, sur le rapport du Président du Conseil, garde des sceaux, Ministre de la justice, décrète :

« *Article premier*. — L'Administration des postes et des télégraphes est distraite du Ministère du commerce et de l'industrie et rattachée au Ministère des travaux publics qui prend le titre de « Ministère des travaux publics, des postes « et des télégraphes ».

« *Art.* 2. — Le Président du Conseil, garde des sceaux, Ministre de la justice, est chargé de l'exécution du présent décret.

« Fait à Paris, le 14 mars 1906. »

Les horloges électriques à Paris. — Le Préfet de la Seine, sur les rapports du contrôle des transports et services techniques spéciaux relatifs aux mesures à prendre pour la restauration ou le remplacement des appareils de remise à l'heure

installés sur les horloges des édifices municipaux et sur la proposition de M. le Directeur des affaires municipales, a nommé une Commission chargée d'étudier et de reviser, s'il y a lieu, le régime de l'unification de l'heure dans Paris par l'électricité.

Cette Commission est composée de : M. le Secrétaire général de la Préfecture de la Seine, président; M. Lœwy, directeur de l'Observatoire; M. Bigourdan, membre de l'Observatoire; M. Mascart, membre de l'Observatoire; M. Guyou, directeur de l'observatoire de Montsouris; M. Menant, directeur des affaires municipales, ou son délégué; M. Millet, chef de bureau délégué de la direction administrative des services d'architecture; M. Lauriol, ingénieur en chef du service de l'éclairage, délégué de la direction administrative des travaux; M. Bazille, ingénieur, faisant fonctions de chef de bureau délégué de l'Administration des postes et des télégraphes; M. Jégou, conducteur principal, chef de bureau technique, secrétaire.

Essais de turbines Brown Boveri Parsons. — Les comptes rendus de la Société des Ingénieurs allemands publient les résultats suivants des essais de 2 turbines de 700 à 800 kw et de 2 autres de 350 à 400 kw. Ces essais ont été entrepris dans les docks impériaux de Wilhelmshaven, par la Société de construction de machines de Nuremberg, sous le contrôle de l'administration impériale. Le tableau suivant donne les résultats de ces essais :

	Pression moyenne de la vapeur en kg : cm².	Température moyenne de la vapeur en degrés C.	Température de l'eau de refroidissement en degrés C.	Consommation de vapeur en kg : h.	Puissance moyenne en kw.	Consommation de vapeur en kg : kw-h.	Consommation de vapeur à 320° C en kg : kw-h (calculée).	
Unités de 350 à 440 kw.	8,82	186,9	9,0	4592	455,6	10.08	»	Sans surchauffe.
	8.90	185,8	9,5	3671	357,0	10,28	»	
	9,15	182,1	10,5	3146	295,3	10,65	»	
	9,07	185,0	10,7	1888	150,4	12,55	»	
	9.81	305,1	11,0	3808	445,7	8,54	8,34	Avec surchauffe.
	9.03	306,2	11,2	3086	349,4	8,83	8,62	
	9,16	307,0	11,5	2704	300,1	9,01	8.82	
	9,36	297,0	11,3	1620	152,2	10,64	10,25	
Unités de 700 à 875 kw.	8,73	190,0	9,5	8115	903,2	8,98	»	Sans surchauffe.
	8,86	192,0	10,7	6050	724,2	9,18	»	
	8,95	186,5	11,3	5711	529.9	9,63	»	
	8,43	192,8	12,4	5570	306,8	10,98	»	
	9,00	306,5	8,0	6574	918,0	7,16	7.00	Avec surchauffe.
	9,12	305,6	9,0	5548	718,0	7.72	7,54	
	9,22	297,5	9,5	4704	606,0	7.76	7,47	
	8,98	296,0	11,8	2668	291,6	9,15	8,78	

Des unités plus puissantes, de 1500 à 1800 kw, ont été essayées par la Société d'électricité du pays de Liège, à Sclessin, et les résultats ont été encore plus favorables, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

Pression de la vapeur en kg : cm².	Température de la vapeur en degrés C.	Température de l'eau de refroidissement en degrés C.	Consommation de vapeur en kg : h.	Puissance moyenne en kw.	Consommation de vapeur en kg : kw-h.	Consommation de vapeur en kg : kw-h calculée pour une surchauffe de 30 ° C.
12,6	273,5	9	4 444	447.3	9.91	9,385
12,1	297,0	9	8 250	1068,7	7,73	7,685
11,5	294,2	9	13 427	1926,5	6,97	6,900
12,6	298,7	9	10 442	1427,5	7,31	7,300

Lors des essais, les turbines n'ont subi aucune réparation, elles ont été simplement retirées du service courant, de sorte que les résultats des essais doivent être considérés comme étant ceux donnés dans la pratique.

De la dépendance des dépenses d'exploitation du facteur de charge. — Le prix de revient de l'énergie électrique d'une usine est d'autant plus faible que le facteur de charge est plus élevé. Une preuve de ce fait est le cas suivant cité par le *Street Railway Journal*.

D'après Crecellus, l'*United Railway C°*, de Saint-Louis, possède quatre usines génératrices dont les deux plus petites ne fonctionnent que pendant les heures de consommation forcée, c'est-à-dire pendant trois à sept heures par jour. On a installé des câbles de liaison, de manière que, pendant le reste du temps, les deux grandes usines seules puissent assurer le service, les facteurs de charge de ces deux usines ont alors augmenté, ainsi que le montrent les chiffres du tableau suivant.

Éléments.	Exploitation avec câbles de liaison — Facteur de charge en centièmes.	Exploitation avec câbles de liaison — Prix de revient en centimes par kw-h (y compris entretien).	Exploitation avant la pose des câbles — Facteur de charge en centièmes.	Exploitation avant la pose des câbles — Prix de revient en centimes par kw-h (y compris entretien).
Pour l'ensemble	43,4	3,93	46,78	4,23
Pour l'usine de 13950 kw.	59,1	3,14	48,64	3,72
— 12000 —	52,3	3,20	50,3	5,73
— 7000 —	31,1	6,80	50,0	5,86
— 7000 —	19,2	9,17	41,6	6,91

On voit qu'à la suite de l'augmentation du facteur de charge des deux usines les plus importantes, on a réalisé des économies considérables sur l'ensemble des dépenses. Comme les usines fournissent journellement environ 310 000 kw-h et que l'économie s'élève à 0,3 centime par kw h, on économise donc journellement 930 fr environ. Il faut d'ailleurs remarquer que l'on a dû effectuer une certaine dépense pour les câbles de liaison.

L'abus du protectionnisme électrique. — Sous le titre : Déchéance de l'électrotechnique française, le *Courrier de la Bourse* de Berlin publie l'entrefilet suivant, sur lequel nous nous permettons d'appeler l'attention des intéressés.

« Ainsi qu'on nous le communique d'une source autorisée l'industrie électrotechnique française agit auprès du gouvernement en vue d'arriver à faire augmenter les droits d'entrée des appareils électriques, télégraphiques, téléphoniques, électromédicaux ainsi que ceux de mesure, compteurs, enregistreurs, etc. Ces appareils désignés sous le nom « d'induits de dynamos » sont actuellement soumis à un droit de 60 fr (75 fr tarif maximum) par 100 kg, droit qui serait porté à 240 fr par 100 kg. Évidemment les nations qui actuellement importent en France des appareils de ce genre et notamment, l'Angleterre, la Suisse, l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie et les États-Unis, éprouveront du fait de cette élévation des droits, un certain dommage; mais, d'un autre côté, ils en retireront une compensation qui n'est pas à négliger. En effet, dans ces pays, la mécanique de précision française jouit d'une excellente réputation, mais si les droits d'entrée sont quadruplés pour la petite mécanique électrique, il n'est pas douteux qu'il en résultera une sérieuse diminution de l'exportation française, et que même ce pays devra abandonner toute idée de concurrence. Des droits atteignant la valeur indiquée sont inconnus, même dans les pays où l'industrie est très peu développée ».

Les usines électriques des chutes du Niagara. — Il y a actuellement six Sociétés installées autour des chutes du Niagara, trois américaines sur la rive droite et trois canadiennes sur la rive gauche, quelques-unes de ces usines sont encore en construction, mais quand elles seront complètement installées, la puissance totale disponible sera de 727 500 kw, se répartissant comme il est indiqué dans le tableau suivant :

Sociétés américaines :	
1. Niagara falls power C°	82 500
2. Niagara falls hydraulic power C°	82 500
3. Lomer Niagara river C°	150 000
Sociétés canadiennes :	
4. Canadian Niagara power C°	75 000
5. Ontario power C°	245 700
6. Toronto and Niagara power C°	93 750

Filets de protection. — Le gouvernement bavarois, vient de mettre en vigueur un nouveau règlement d'après lequel, on peut éviter l'emploi de filets de protection pour des lignes aériennes croisant ou longeant des chemins, quand :

a. Les poteaux en bois bien sain auront au moins 20 cm de diamètre au sommet et seront enfoncés dans le sol du cinquième au moins de leur longueur totale;

b. La portée ne dépassera pas 35 m;

c. Les fils d'une section minimum de 25 mm² seront disposés de manière à ne pouvoir être touchés, même de personnes montées sur des voitures;

d. L'installation sera faite selon toutes les règles de l'art.

Séparation des pertes mécaniques et des pertes dans le fer des dynamos à courant continu. — M. Max Breslauer a indiqué la nouvelle méthode suivante applicable dans le cas où l'on a deux dynamos identiques.

On couple mécaniquement les deux dynamos et on fait fonctionner l'une comme moteur en faisant varier l'excitation et par conséquent la vitesse angulaire, l'autre dynamo n'étant pas excitée, et on relève la puissance dépensée en retranchant les pertes dues à la résistance. La puissance dépensée correspond donc aux pertes par frottements dans les deux dynamos et aux pertes dans le fer de l'une d'elles, On recommence l'opération en excitant les deux dynamos. La différence entre les pertes à la même vitesse angulaire, pour des courants d'excitation égaux donne la perte dans le fer d'une dynamo, dont on peut facilement déduire la perte par frottements correspondante.

Traction de trains de marchandises au moyen de locomotives porteuses. — L'*Elektrische Bahnen und Betriebe* donne les renseignements suivants sur la traction des trains de marchandises sur la ligne Heidelberg-Wiesloch qui a 15 km de long. D'après un contrat, le chemin de fer doit transporter 50 000 tonnes de pierre à chaux de la carrière à une fabrique de ciment (distante de 5 km) pour le prix de 72 centimes par tonne, soit 14,4 centimes par tonne-kilomètre. Les recettes relatives au transport des marchandises sont de 25 pour 100 des recettes totales. Le transport se fait presque entièrement sur une pente de 8 millièmes, à une vitesse de 22 km:h. Les locomotives ont 4,64 m entre tampons, 3 m de hauteur et leur plus grande largeur est de 1,9 m, l'écartement de la voie est de 1 m. Chaque locomotive est munie de deux moteurs de 27 kw qui peuvent avoir sept marches différentes, d'après le système Sprague. Le siège du conducteur, ainsi que le combinateur et les leviers de freins sont installés au milieu.

Le courant est recueilli au moyen de deux archets.

La locomotive pèse à vide 6,56 tonnes et la charge pour 3 m³ d'espace disponible pour le chargement pèse 4,8 tonnes, une voiture à marchandises pèse à vide 2,6 tonnes et peut porter 8,76 tonnes avec un volume disponible de 5 m³. Pour un train constitué par une locomotive et trois voitures, le poids à vide est de 14,36 tonnes et le poids utile transporté de 31,08 tonnes; le rapport du poids à vide au poids transporté est donc de 46 pour 100, et au poids total de 31,6 pour 100, tandis que dans les chemins de fer ordinaires à voie normale il est respectivement de 65 pour 100 et de 38,6 pour 100. Si la locomotive ne portait aucun poids utile, les rapports seraient respectivement 66 et 40 pour 100, c'est-à-dire plus défavorable que dans le cas des chemins de fer ordinaires. Le coefficient d'exploitation (rapport entre les dépenses d'exploitation et les recettes) est de 33 pour 100, il serait de 42 pour 100 si l'on employait des locomotives ordinaires. Des trois voitures remorquées d'un train, deux sont freinées à la main.

La dépense d'énergie pour la montée (à vide) est de 6 kw-h pour toute la course y compris les manœuvres, c'est-à-dire 0,55 kw-h par locomotive-kilomètre; pour la descente (train chargé) à 5,2 kw-h y compris les manœuvres, c'est-à-dire 0,29 kw-h par locomotive-kilomètre et 0,25 kw-h par voiture-kilomètre.

La consommation totale d'énergie en 1904 pour 22 600 trains-kilomètre a été de 25 312 kw h; les dépenses de courant, en comptant 14,1 centimes par kw-h, ont été de 3645 fr ou 1,04 centime par tonne-kilomètre. Le chargement d'un train se fait en 7 minutes et le parcours dure une heure, y compris les arrêts.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Aix-en-Provence. — *Éclairage.* — Tout dernièrement le Conseil municipal d'Aix a concédé à M. Charlon, de Marseille, l'éclairage électrique des hameaux des Milles, de Luynes et du Pont-de-l'Arc, pour une première période de vingt-cinq ans, laquelle pourra être prorogée de vingt ans, selon certaines conditions ou circonstances prévues au traité. L'énergie électrique sera empruntée au courant de la Compagnie des tramways électriques d'Aix-Marseille.

L'éclairage pour les Milles comprendra 39 lampes de 16 bougies pour les rues et 4 lampes de 32 bougies pour le cours; 5 lampes de 16 bougies pour Luynes.

Le prix annuel à payer par la commune sera de 40 fr par lampe de 16 bougies et 58 fr par lampe de 32 bougies. Le concessionnaire s'engage à fournir l'éclairage public six mois au plus tard après avoir obtenu toutes les autorisations nécessaires.

Belfort. — *Station centrale.* — Il paraîtrait que la Société des houillières de Ronchamp va édifier une importante usine électrique pour la distribution d'énergie dans notre région et notamment à Belfort.

D'autre part, une autre Société est également constituée dans le même but pour exploiter une chute d'eau à proximité de la frontière Suisse.

ÉTRANGER

Amsterdam. — *Traction électrique.* — Une ligne de chemin de fer électrique a été ouverte dernièrement au public, pour relier Amsterdam à Haarlem. La longueur totale est 27 km, dont 2,4 à l'intérieur de la ville d'Amsterdam. La ligne de prise de courant est soutenue par des poteaux en fer. La voie

est constituée par des rails Vignole de 35 kg:m; dans les villes, les rails sont munis de contrerails. La station génératrice est située à Halfweg, localité placée environ au milieu de la ligne. Cette station comprend 6 chaudières Lancashire de 84 m² de surface de chauffe avec surchauffeurs; la pression de vapeur est de 11 kg:cm². La salle des machines contient 3 groupes électrogènes à courant continu formés de machines Bellis à 3 cylindres accouplées à des dynamos Westinghouse de 300 kw sous 525-575 volts. Le matériel roulant consiste en 34 automotrices à 4 essieux équipées avec 2 moteurs de 37 kw. La vitesse atteint 50 à 60 km à l'heure. L'organe de prise de courant est un archet permettant de recueillir le courant sur un fil placé à différentes hauteurs (5 à 7 m).

Mons (Belgique). — *Station centrale.* — Il paraîtrait que la députation permanente vient d'approuver les contrats pour l'éclairage au gaz et à l'électricité proposés pour les communes de Flénu, Wasmuel et Boussu. Ces prorogations de contrats lient les communes et la Compagnie du gaz de Wasmuel jusqu'en 1936. L'éclairage sera mixte et la Société d'électricité du Borinage assurera, dans certaines rues et places, l'éclairage au moyen de lampes à arc et à incandescence. La députation permanente n'a consenti à approuver les nouveaux contrats qu'à la condition de ne pas dépasser 1936 pour terme d'expiration. Les autorités provinciales veulent permettre ainsi, plus tard, l'établissement ou d'une intercommunale ou d'une exploitation en régie. Ajoutons que des contrats de ce genre sont encore proposés par la Société d'éclairage du bassin houiller du couchant de Mons à d'autres communes de la région, notamment à Hornu et à Saint-Ghislain. Des décisions seront prises sous peu.

Ploesci (Roumanie). — *Station centrale.* — La station centrale de cette ville mise en service depuis peu comporte des machines d'une puissance totale de 325 kw. Cette puissance se répartit comme suit : 90 kw sont absorbés pour l'éclairage public qui comporte 226 arcs de 400 watts; 210 kw servent à alimenter les abonnés, les 25 kw restants sont perdus dans la canalisation.

Pour atteindre cette production, il a été prévu : une dynamo de 200 kw travaillant de conserve avec une batterie d'accumulateurs de 125 kw. De plus, une génératrice de réserve a été installée. Les dynamos sont actionnées directement, à la vitesse de 125 t:m par des machines à vapeur compound tandem de 225 poncelets sortant des ateliers de la maison van den Kerchove, de Gand. Elles sont munies de la distribution dite « à piston-valve » système qui, comme on le sait, évite le choc et le matage des soupapes sur leurs sièges, tout en permettant de grandes vitesses de marche. Par suite de la pénurie d'eau, on a dû renoncer aux avantages que procure la condensation. Deux chaudières Babcok et Wilcox assurent la production de la vapeur. Chacune d'elles a 250 m² de surface de chauffe et peut vaporiser 3500 kg d'eau par heure. Cette quantité est largement suffisante pour l'alimentation d'une machine; les chaudières peuvent supporter des surcharges de 25 pour 100. Quant aux foyers, ils permettent indifféremment le chauffage au charbon ou au naphte, et sont munis, dans ce but, d'injecteurs pour la pulvérisation du pétrole.

On a adopté pour la tuyauterie la disposition en boucle qui permet d'alimenter une machine avec une quelconque des chaudières et qui rend tout agrandissement aisé, sans qu'il soit nécessaire, à cette fin, d'interrompre le service de la centrale.

Les dynamos génératrices, système Pieper, sont du type multipolaire à excitation shunt. Elles sont calculées de manière à pouvoir débiter en marche normale 1000 ampères à la tension de 500 volts. Accidentellement, cette puissance peut être augmentée de 10 pour 100 sans risque aucun pour les organes des machines.

Sofia (Bulgarie). — *Station centrale.* — On vient d'établir à Sofia une importante station centrale en vue de distribuer l'énergie électrique pour l'éclairage et la force motrice à la ville de Sofia (Bulgarie). Cette usine utilise une chute de la rivière Isker : elle est établie actuellement pour une puissance de 500 kw mais, en barrant la rivière en un endroit plus élevé, on pourra encore obtenir une puissance de 2250 kw. Le débit moyen est de 5 à 6 m³:s; le barrage retient 15 000 m³. Un tunnel de 1100 m de longueur, 2,5 m de profondeur et 2 m de largeur sert à l'amenée de l'eau : la pente est de 0,002. A l'extrémité du tunnel est une chambre dans laquelle aboutit la conduite forcée. Celle-ci est faite en tubes d'acier rivés de 5 à 8 mm d'épaisseur, de 6 m de longueur et de 1,4 m de diamètre.

L'usine génératrice est établie à 22 km de Sofia. Elle a 12,50 × 30 m et est prévue pour contenir six groupes électrogènes dont quatre sont installés. L'un des côtés de l'usine contient une chambre de distribution de 5 × 10 m. Les turbines sont établies pour une hauteur de chute de 52 à 55 m et pour un débit de 960 à 910 litres par seconde : elles tournent à une vitesse angulaire de 400 t:m et produisent 375 kw, avec un rendement de 75 pour 100. Elles sont du type horizontal radial et sont placées sur un étage au-dessus d'un sous-sol contenant les tuyaux de décharge. L'eau entre par le côté de la turbine.

Les turbines du type Piccard et Pictet présentent l'avantage de produire une puissance constante sous des hauteurs de chute et des débits variables. Un cylindre placé entre le distributeur et la roue mobile, permet de régler la vitesse de la turbine : cet organe est équilibré, de sorte, qu'il peut être déplacé très facilement et sans effort : il peut être réglé à la main ou par l'intermédiaire d'un petit moteur commandé par un régulateur à force centrifuge. Chaque turbine est munie d'un volant et est directement accouplée avec un générateur électrique par l'intermédiaire d'un accouplement flexible et isolant. Les générateurs, du type Oerlikon, ont une puissance de 425 kw à une vitesse angulaire de 400 t:m et produisent des courants triphasés à 8000 volts et 53 p:s. Chaque machine est supportée par 44 isolateurs en porcelaine dont les bases reposent sur le massif de fondation. L'inducteur tournant porte 16 pôles lamellés : chaque bobine inductrice comprend 110 tours de fil de cuivre de 7 mm de diamètre. L'induit fixe porte 48 encoches ouvertes dans lesquelles sont placées les bobines induites formées chacune de 65 tours de fil de cuivre de 5,4 mm placées dans des tubes de micanite. Une excellente ventilation est assurée par des ouvertures ménagées dans la carcasse. Cette carcasse est courbée en une seule pièce et le bâti est disposé de façon à ce que l'on puisse déplacer celle-ci d'un côté pour dégager l'inducteur. Les paliers de l'arbre sont coulés avec le bâti. Chaque alternateur est muni d'une excitatrice de 9 kw, à 50 volts, montée en porte à faux sur l'extrémité de l'arbre.

Des barres d'aluminium placées sur des isolateurs en porcelaine amènent le courant des alternateurs au tableau de distribution : celui-ci consiste en un cadre en fer muni d'une galerie et portant des panneaux en marbre sur lesquels sont fixés les différents appareils et les leviers de commande ou interrupteurs, les barres omnibus forment un circuit fermé que l'on peut sectionner à volonté.

Les circuits d'éclairage et de force motrice sont constitués par des fils de 8 mm supportés par des isolateurs à double cloche fixés à des poteaux en bois. La longueur totale de la ligne est de 16,2 km. Un poste de transformateurs d'une puissance totale de 400 kw abaisse la tension de 7500 à 156 volts pour l'éclairage. Les circuits secondaires sont constitués par des câbles et sont alimentés par cinq postes de transformateurs de 260 kw qui abaissent la tension à 3400 volts.

PROGRÈS DES COURANTS ALTERNATIFS SIMPLES

DANS LA PRATIQUE DE LA TRACTION ÉLECTRIQUE

Pendant qu'en Europe se poursuivaient les essais de traction à courant alternatif simple de Spindlerfeld que nous avons signalés, d'autres lignes du même système étaient mises en service par la *General Electric C°* aux États-Unis et par ses filiales européennes, qui étudient en ce moment même d'autres installations du même genre. Nous ne citons que pour mémoire les données principales de l'essai fait sur la ligne de Johannistal à Spidlerfeld, et nous indiquerons les installations réalisées aujourd'hui en Belgique, en France et aux États-Unis.

Ligne à 40 périodes par seconde du Borinage (Belgique). — Les conditions d'installation de cette ligne sont particulièrement intéressantes, comme aussi la date de son installation, qui eût été la première achevée en Europe, si des difficultés administratives n'en avaient retardé l'établissement.

D'un intérêt particulier sont les conditions de fréquence et de tension : 40 périodes par seconde pour la première, et pour la seconde 6600 volts, qu'on doit élever ultérieurement à 10 000 ou plus.

Tout en donnant la préférence au courant alternatif simple pour la traction, on a dû s'inspirer, dans l'établissement de l'usine, de conditions de service tout à fait complexes, et les récepteurs sont des plus variés : Moteurs à courant triphasé, appareils d'éclairage exigeant une fréquence plutôt élevée, etc. L'ensemble de l'installation pourra faire l'objet d'une description intéressante, mais nous nous bornerons aujourd'hui à faire connaître, comme dans les cas précédents, les conditions gouvernant le service seul de traction; pour lequel le courant alternatif simple a été choisi, dès le mois de mars 1903, et auquel on restera fidèle dans les extensions, s'il faut en croire la satisfaction que donne le service depuis le mois de février de cette année.

Le réseau en exploitation appartient à la Société nationale des Chemins de fer vicinaux qui, appelée à choisir entre le courant triphasé et le courant alternatif simple proposé par l'*Union Elektricitäts Gesellschaft*, de Berlin, a donné la préférence à ce dernier, confiant ainsi l'installation à cette Compagnie berlinoise, et ultérieurement à l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*, après fusion des intérêts de ces deux Compagnies.

La longueur de ligne exploitée est actuellement de 19,2 km, mais sera élevée, dit-on, à 123,2 km.

Le courant à 40 périodes par seconde est transmis à 6600 volts, et 4 sous-stations [1] abaissent le courant de 6600 à 600 volts, sur une ligne très accidentée. Les voies sont elles-mêmes accidentées, et présentent des rampes de 7,10 pour 100. Elles sont à voie simple sur la plus grande longueur, et sont parcourues par une automotrice seule pendant les heures de faible charge, et des automotrices traînant des remorques aux heures de forte charge.

Ces voitures motrices sont d'ailleurs capables de traîner deux remorques, chargées de voyageurs, pesant environ 14 tonnes. La vitesse normale dans les rampes est de 14,3 km à l'heure, et en dehors de celles-ci, la vitesse atteint 38,4 km.

Bien qu'un fil soit suffisant pour la traction à courant alternatif simple, la Compagnie en a utilisé deux, dans le but d'éviter des perturbations que souvent produit l'emploi du retour par les rails sur les circuits télégraphiques et téléphoniques à retour par la terre. La ligne de distribution est donc composée de deux fils aériens, à rainure, placés à 90 cm de distance et à une hauteur moyenne de 5,9 m. Ils sont suspendus suivant la méthode ordinaire; mais, lorsqu'on élèvera la tension de la ligne, on adoptera la construction en chaînette, qui réduit sensiblement les dangers de rupture.

Le service comporte actuellement 20 voitures motrices et autant de remorques. Chacune est mue par 2 moteurs Winter Eichberg du type 31 B, d'une puissance de 30 kw à l'essai de une heure. Elles ont 6 pôles et sont construites pour courant à 40 périodes par seconde, 550 volts. La réduction d'engrenage est de 1 : 5,07. Sur le collecteur frottent 6 lignes de balais, dont 2 sont des balais d'excitation et 4 des balais en court-circuit, comme dans les moteurs à répulsion. Bien que fonctionnant à 40 périodes par seconde et présentant un moins bon rendement qu'à 25 périodes par seconde, ces moteurs satisfont pleinement aux conditions ordinaires de servicce.

Les moteurs fonctionnent en série parallèle sur un transformateur de réglage à refroidissement d'air. Seul le passage de série en parallèle nécessite des résistances, et son changement se fait seulement pour les enroulements du stator, ceux du rotor restant constamment en série.

Ces manœuvres sont faites au moyen du contrôleur B 19, dont la grande poignée sert à la marche et au freinage, et la petite poignée au renversement. On n'a trouvé nécessaire de la munir d'aucun soufflage magnétique. Il présente deux positions de marche en série et trois positions de marche en parallèle, et une sixième position pour le freinage.

Ligne de Shenectady à Ballston. — La principale des installations américaines est celle que la *General Electric C°* a réalisée à Ballston. Elle est d'autant plus intéressante que le service y est fait, en partie par courant alternatif, en partie par courant continu, et cela à l'aide des mêmes moteurs, qui fonctionnent également bien dans les deux cas.

La ligne à courant alternatif est un prolongement du

[1] Ces sous-stations alimentent non des feeders séparés, mais la même ligne qui les relie en parallèle et permet une meilleure utilisation générale du matériel.

réseau de tramways de Shenectady (États-Unis d'Amérique), dont le service déjà existant était fait par moteurs à 600 volts à courant continu.

La longueur du trajet que les moteurs effectuent à courant continu est de 6,24 km, et celle à courant alternatif de 18,56 km. La distribution sur cette dernière section est faite à 2000 volts et à 25 périodes par seconde, comme ce qui a été fait dans le Borinage. On paraît avoir tenu à cette fréquence réduite parce que les installations, qui ne disposent que du courant à 40 périodes par seconde de l'*Hudson River Power C°*, le transforment en courant à 25 périodes par seconde dans une sous-station spécialement construite dans ce but à Ballston.

Contrairement aussi à ce qui a été fait dans le Borinage, la conductibilité des rails de retour est utilisée, mais son augmentation de résistance est compensée par l'adjonction d'une ligne aérienne, la résistance apparente est de 1,3 fois la résistance ohmique pour le fil aérien, et 6,55 fois la résistance ohmique pour le rail.

La voiture pèse 30,4 tonnes, et réalise une vitesse maxima de 68,8 km par heure.

Les moteurs sont enroulés pour 200 volts, et reliés par deux en série en permanence, de sorte que leur alimentation se fait à 400 volts au secondaire d'un transformateur réductenr de 80 kw à refroidissement d'air.

Le réglage est fait par un contrôleur mixte à courant continu ou alternatif type K 28.

L'exploitation mixte faite par courant continu et courant alternatif au moyen du moteur compensé a permis d'établir les caractéristiques comparatives dans les deux cas : En remorquant dans les deux cas un train de 31,55 tonnes dans le même temps et sur le même parcours (1,6 km en 180 secondes), on a trouvé les données de consommation et de marche résumées dans le tableau suivant, dont la première colonne est relative à la marche en courant continu, la seconde en courant alternatif.

	Courant continu.	Courant alternatif.
Intensité moyenne, en ampères	229	346
Tension, en volts	606	425
Kilovolts-ampères par tonne-km	54	76
Vitesse moyenne, en km : heure	51	51
Vitesse commerciale, comprenant 15 arrêts, en km : h	47	47

Toutes les données importantes de l'installation sont résumées dans le tableau ci-après :

Longueur totale de la ligne, en km	24,80
Longueur du réseau urbain, en km	6,34
Longueur de la partie interurbaine, en km	19,56
Largeur de la plateforme sur laquelle sont établies les voies, en m	20
Voie en [illegible]bles, poids en kg : m	34
Ram[illegible] pour 100	1,8
[illegible]ma, en pour 100	4,25
[illegible]ux axiaux, en m, environ	10,50
[illegible]teaux, en m, environ	50
[illegible]rolley n° 000., en mm²	78
Dia[illegible] d'acier servant à la suspension en chaînette [illegible] il de trolley, en mm, environ	9
Résistance linéaire du circuit aérien, en ohms par km	0,198
Résistance linéaire apparente du circuit au courant à 25 périodes par seconde, en ohms par km	0,260
Résistance linéaire du circuit, trolley et double voie, en ohms par km	0,10
Résistance linéaire apparente du même circuit à 25 périodes par seconde, en ohms par km	0,161
Distance entre trolleys à courant alternatif, en m	0,125
Distance entre conducteurs aériens et voie, en m	5,125
Tension au point d'alimentation du trolley à courant alternatif, en volts	2200
Poids total de la voiture sans voyageurs, en tonnes	30,4
Vitesse maxima à courant alternatif ou à courant continu, en km par heure	68,8
Capacité de la voiture, en voyageurs	44
Nombre et type de moteurs : 4 G E A - 60 de 50 chevaux à courant continu, essai normal.	
Tension par moteur à courant continu, en volts	300
Tension par moteur à courant alternatif, en volts	200
Connexion permanente des moteurs : en série.	
Contrôleur normal K 28, série parallèle.	
Chaque voiture porte deux trolleys pour courant alternatif ou pour courant continu.	
Vitesse moyenne de marche, en km par heure	51,2
Volt-ampère-heures par tonne-km à courant continu	27,1
Volt-ampère-heures par tonne-km à courant alternatif	39

Si nous nous sommes étendus sur cette installation type, c'est parce qu'elle permet de faire une intéressante comparaison entre les résultats de service en courant continu et en courant alternatif d'*un même moteur compensé*, moteur qui, après maints essais, a été jugé le plus satisfaisant et adopté par la *General Electric C°* pour cet usage.

La même Compagnie a d'ailleurs réalisé d'autres installations intéressantes : tramways interurbains et installations de Toledo et Chicago, ligne de Bloomington, Pontiac, etc.

Pour la 1re installation, le service comporte 10 voitures également disposées pour courant continu ou pour courant alternatif : chaque voiture étant mue par 4 moteurs de 55 kw, type G E A. L'installation est à 25 périodes par seconde et comporte :

1° Une station génératrice à 2 groupes turbo-alternateuas Curtis de 800 kw, 3300 volts, 25 périodes par seconde;

2 excitatrices Curtis 25 kw, 125 volts;

3 transformateurs à refroidissement d'air de 270 kw, élevant la tension de 3300 à 33 000 volts;

2° 4 sous-stations, dont chacune comprend 2 transformateurs à bain d'huile, de 200 kw, réduisant la tension de 33 000 à 3300 volts, et transformant le courant triphasé en courant diphasé, d'après la méthode de Scott.

Le train-tramway de *Bloomington à Pontiac et Joliette* a une étendue de 144 km, dont 19 km sont déjà en fonctionnement depuis quelques mois, dans les mêmes conditions que les lignes précédentes, c'est-à-dire sous courant continu à 600 volts ou courant alternatif à haute tension (3300 volts). Plusieurs installations sont d'ailleurs en étude sur le continent où les avantages du courant alternatif simple ont déjà été appréciés à la suite des essais faits en Allemagne, en Belgique et en Italie.

Nous allions terminer cette étude sans mentionner les essais de traction à courant alternatif simple, qui intéresseront peut-être le plus nos lecteurs, puisqu'ils se font à Paris même et sous leurs yeux. Il est bien vrai que ce ne sont que des essais de peu d'étendue, mais susceptibles cependant de fournir d'intéressantes communications.

P. L.

LES RIVIÈRES NAVIGABLES DE LA FRANCE

AU POINT DE VUE HYDRAULICO-ÉLECTRIQUE

Lorsque l'on enseigne la zoologie, on commence par inculquer aux élèves les premiers principes d'un système clair de classification; ainsi les vertébrés se divisent en cinq ordres : mammifères, oiseaux, batraciens, reptiles et poissons.

On peut concevoir également que parmi les *énergies* mises à la disposition de l'homme par la nature, il soit nécessaire d'établir des distinctions saisissantes; c'est ainsi que l'une d'elles, la force motrice hydraulique a déjà reçu les classifications admises couramment de *houille blanche* (1) et de *houille verte*. J'ai proposé cette dernière dénomination pour peindre vivement à l'imagination, comme dans le cas de la puissance des chutes d'eau alimentées par la *fonte des glaciers*, un état très sensiblement différent des cours d'eau pour lesquels la *forêt* jouera le rôle cependant analogue d'accumulateur des précipitations atmosphériques.

Toutefois cette métaphore ne saurait convenir aux rivières navigables ou flottables; celles-ci se sont déjà éloignées depuis longtemps des vertes forêts et ne sillonnent plus les prés fleuris, pour me servir des heureuses et délicates allusions de M. Max de Nansouty (2), un des meilleurs soutiens de la houille verte ; c'est dans la plaine, que ces rivières, souvent devenues même des fleuves, dérouleront leurs majestueux lacets, et la limpidité de leurs eaux laisse aussi trop à désirer pour les comprendre dans l'ordre des rivières de houille verte. Il s'agit donc d'un autre genre d'énergie hydraulique, essentiellement puissante comme volume d'eau, mais généralement au détriment des chutes toujours assez peu élevées.

On peut les croire, dans cette situation, impropres aux emplois hydraulico-électriques; la carte qui suivra a jus-

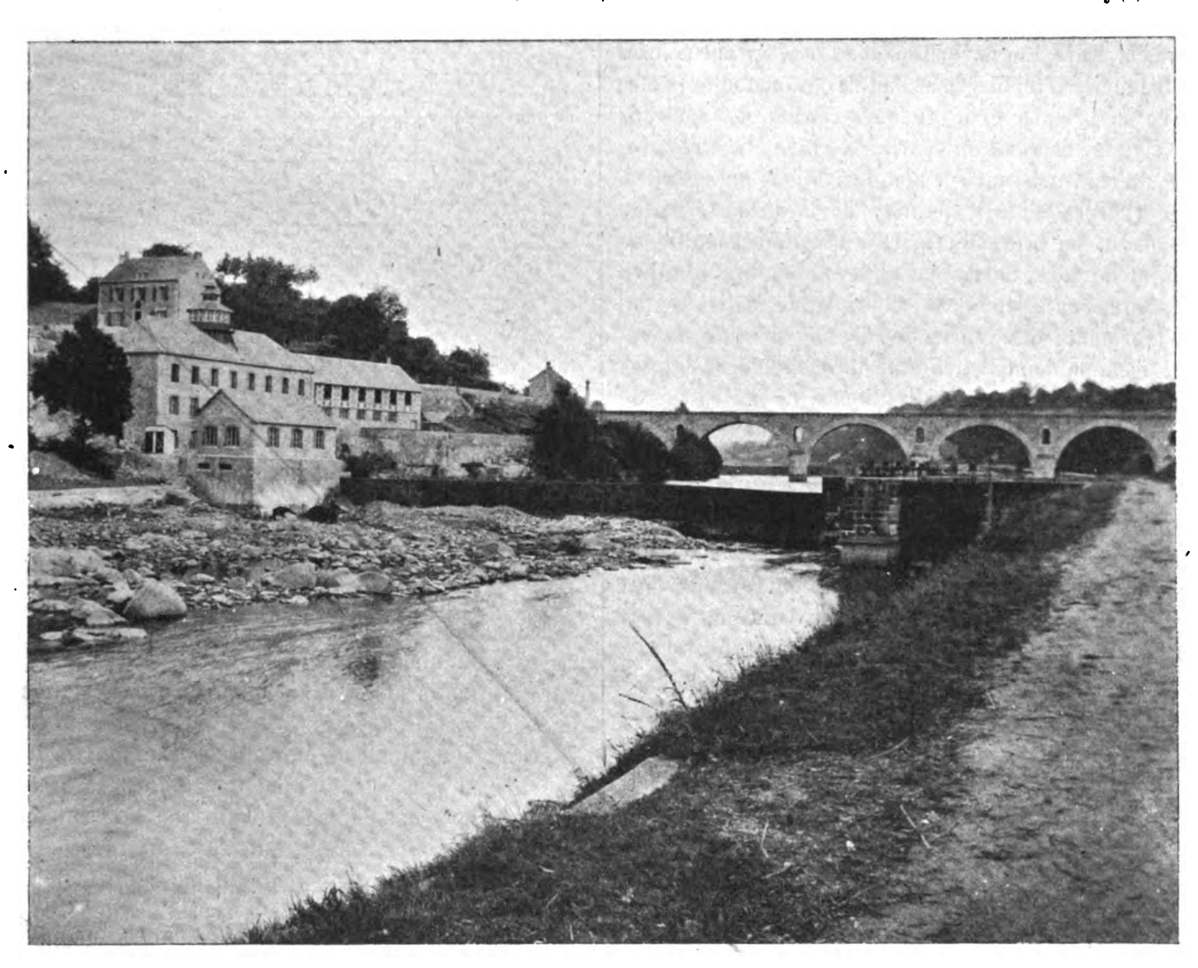


Fig. 1. — Les usines de Rochefort (vue prise à l'époque d'un curage), près Laval, sur la Mayenne navigable, réunissant par transport d'énergie 2000 volts, 525 poncelets utilisables, grâce à trois barrages, dont deux sont visibles sur la photogravure; tissage d'amiante, fours électriques (Mayenne). (Cliché communiqué par M. Chaplet, directeur des usines de Rochefort.)

(1) L'on sait que Cavour employa le premier cette métaphore, en montrant les cimes neigeuses de la Savoie qui allait devenir territoire français; M. Bergès la releva, en la faisant entrer dans la pratique.

(2) Plusieurs articles signés de Max de Nansouty parurent dans la presse de province; à Paris, le *Petit Journal* (17 janvier 1905), *Le Figaro* (24 janvier 1905), enfin le *Petit Temps* (23 avril 1905) employaient aussi ce nouveau terme, et ce dernier organe contenait même la carte des forces hydrauliques de l'Orne que je venais de dresser.

tement pour but de détruire cette supposition et même de laisser entrevoir toutes les richesses non utilisées des nombreux et importants cours d'eau dont le sol de la France est doté. Une autre grande différence s'impose entre ces deux catégories de cours d'eau par le fait de la législation même, puisque ces derniers font partie du *Domaine public* et que les usines situées sur leurs rives, usant de cette énergie, n'obtiennent plus que des concessions accordées par l'État et révocables, sauf le cas très particulier d'usines à *existence légale*.

Ces usines profitent généralement du voisinage des écluses nécessitées pour rendre certaines rivières navigables, mais nous en trouverons aussi quelques exemples sur les canaux proprement dits; naturellement ici les usages de l'eau seront strictement limités, la partie des débits nécessaire à la navigation et au passage par écluses de la batellerie d'un bief dans l'autre devant toujours être prélevée en premier lieu. Quelques canaux, dits latéraux à une rivière, donnent au contraire, grâce à de très gros volumes d'eau, naissance à des dérivations importantes. Dans cet ordre d'idées, le nord de la France, région plutôt plate, ne présente, malgré le grand nombre de canaux et de voies navigables très fréquentées, que peu de ressources en chute d'eau, tandis que les rivières au cours tourmenté des vallées accidentées du sud, donneront vraisemblablement lieu à un développement de plus en plus grand des usages hydrauliques. Le nord-est et le sud-est de la France sont encore à ce point de vue des régions privilégiées. Entre ces deux extrêmes, la large vallée de la Loire ne laisse entrevoir qu'un fleuve et ses importants affluents traversant de grandes étendues de plaines et sans grand intérêt au point de vue des utilisations qui nous occupent. Cependant on y relève déjà quelques exemples la rivière de la Mayenne fait exception à la règle, et la figure 1 qui montre l'utilisation de trois chutes consécutives reliées par l'électricité, dans les usines de Rochefort, en apporte un témoignage très apparent.

Cette impression générale se fera déjà clairement sentir sur la carte de France que je vais produire plus loin, bien qu'elle ne traite qu'un des côtés de la question, mais un des plus séduisants et des plus à l'ordre du jour : obtenir avec de l'eau l'*eclairage électrique*. Mais avant d'aborder ce point de vue tout spécial, qu'un *tableau des stations centrales sur rivières navigables* détaillera soigneusement, je tiens à faire sentir plus apparemment la distinction de ce groupe de cours d'eau navigables au début; les trois graphiques ci-dessous fixeront cette idée.

Les courbes tracées sur le premier (fig. 2) sont celles des observations des débits moyens, donnée des plus essentielles de l'usage hydraulique, sans oublier toutefois le facteur « hauteur de la chute » des deux genres de rivières non navigables.

On voit par la première courbe que la houille blanche a ses plus forts débits en été par suite, comme je l'ai déjà dit, de la fonte des glaciers; il est donc peu avantageux de lui demander l'éclairage électrique, mais cette partie de la France a, à cette époque, de grands besoins d'irrigation, et la nature a tout aussi bien fait les choses.

La deuxième courbe résulte, comme il a été dit au début, des observations faites sur les rivières de l'ouest

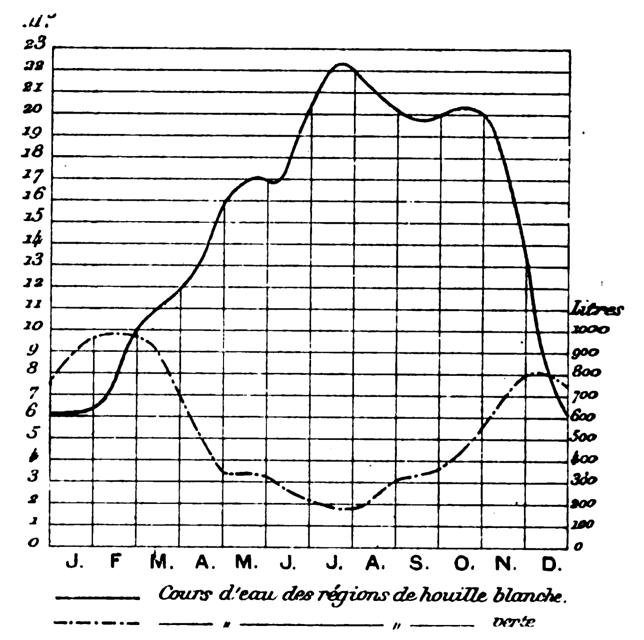


Fig. 2. — Débits moyens des cours d'eau en fonction des saisons.

de la France (1), région dans laquelle, en dehors des chaines de montagnes proprement dites du continent européen et du grand massif central, on compte quelques autres massifs secondaires : ceux des régions de Normandie, de Bretagne et du Poitou; ceux-ci, en plus de l'entretien du débit des rivières par les forêts, jouissent au bon moment de la fréquence des pluies de la saison hivernale. Ces régions sont donc favorisées pour les usages hydraulico-électriques d'éclairage, car la relation entre les débits et les besoins de ces petites stations est *directe*.

On appelle volontiers *puissance permanente* celle sur laquelle on peut compter en tout temps et basée sur l'époque des eaux d'étiage, tandis que l'on entend par *puissance périodique*, celle qui n'est que passagèrement disponible. On les sent toutes deux très sensiblement dans le graphique produit ci-dessus. Ainsi donc, la puissance périodique de la houille blanche se manifeste *en été*, celle de la houille verte, *en hiver*. Cette constatation, de la plus grande importance pour l'usinier, méritait bien une définition : *quod est demonstrandum !*

Examinons maintenant comment se comportera la puissance périodique des rivières navigables, car son irrégularité est le plus grand reproche que l'on puisse adresser à l'énergie hydraulique, depuis l'habitude prise depuis un demi-siècle au plus d'avoir recours de préférence à la

(1) Une Commission scientifique et météorologique fut instituée dans l'Orne et fonctionna de 1874 à 1885; le Conseil général fit publier ces relevés des débits joints à d'autres renseignements pendant 12 années.

houille noire, toujours si commode, parce qu'elle est toujours sous la main, sauf... dans bien des cas, le voyage et ses frais en plus, bien entendu.

Toutefois la question qui se posera ici sera beaucoup plus complexe qu'on ne le pense, car il faudrait établir une première distinction entre les cours d'eau navigables

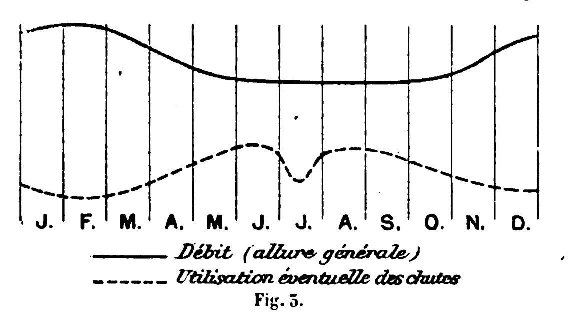


Fig. 5.

ayant dans leur bassin une majorité d'affluents du premier type (houille blanche) ou du second (houille verte). Trois facteurs entreront encore en jeu et aux moments les plus inattendus : 1° les crues; 2° la sécheresse; 3° et même les gelées. Dans le premier et le troisième cas, on doit effacer les barrages mobiles, soit pour atténuer l'effet des inondations en amont, soit pour éviter l'embâcle, ce fait annule presque la chute sans grande compensation en aval; dans le second cas, disette d'eau, on s'évertue à rendre ces barrages étanches et le service de la navigation absorbe la totalité du débit disponible. Si la contrée est accidentée et l'écoulement des crues rapidement assuré, la pénurie d'eau est seule à craindre. Nous ne produisons donc le deuxième graphique ci-dessus que sous *ces plus expresses réserves*; il a plutôt pour but de donner l'*allure*, si j'ose dire, de ces lourds cours d'eau navigables.

On voit qu'il a même fallu une seconde courbe pour traduire cette expression de la puissance utilisable des usines hydrauliques, l'ensemble des deux courbes fait, malgré tout, sentir que la puissance périodique dont on dispose en pareil cas s'incurve en été et est par conséquent d'un usage assez médiocre pour l'éclairage électrique, sauf dans les conditions déjà signalées ci-dessus : majorité d'affluents du type houille blanche ou contrée accidentée. Enfin, ce qui peut sembler curieux, c'est que les années pluvieuses sont pour ces utilisations plus spéciales d'éclairage hydraulico-électrique, des années *maigres*.

L'avantage que je viens de signaler des cours d'eau de nature torrentielle, propres aux vallées accidentées du Rhône et de la Garonne, par exemple, s'est déjà traduit par de fort beaux exemples : l'usine de Jonage sur le Rhône, d'une puissance de 9000 poncelets utilisables, et se traduira encore d'ici peu par la toute récente installation en cours d'exécution de Tuilière (commune de La Linde); celle-ci grâce à une chute de 12 m sur la Dordogne (ce canal latéral se termine même par 6 écluses contiguës) atteindra une puissance utilisable de 9430 poncelets. Lyon et Bordeaux savent apprécier les gros volumes d'eau à leur juste valeur.

Cette deuxième représentation graphique de l'énergie hydraulique mériterait bien, il faut le reconnaître, d'être comme les précédentes, exprimée par un terme métaphorique; il s'en présente un à mon esprit, mais je craindrais trop de passer pour un *coloriste*(1) de houilles (et encore le terme houille est-il bien acceptable en l'espèce? *huella* de provenance du bas latin désignerait la terre noire à peine combustible, annonçant le voisinage du vrai charbon!) — (*Dictionnaire de Littre*).

Pendant que nous sommes sur le chapitre de la représentation graphique de la puissance hydraulique, il en est une dernière que je ne puis manquer de faire figurer dans cette étude d'ensemble, celle assez restreinte des moulins dits de marées. Il ne faut pas songer à aller chercher cette utilisation dans la Méditerranée, tandis que les côtes de la Bretagne et de la Normandie se garniront probablement de plus en plus de ces usines hydraulico-électriques (terme restant juste puisqu'il accouple un moteur hydraulique et une dynamo électrique).

On n'ignore pas que l'intervalle entre les deux étales de haute mer consécutifs est de 12 heures 25 minutes environ, de sorte que les heures auxquelles la mer est pleine chaque jour, retardent de plus en plus par rapport au temps astronomique, mais on peut arriver à les préciser grâce aux tables des coefficients de marées (2); d'autres tables donnent l'unité de hauteur d'un port (3); la hauteur de la chute résultant de la différence entre la hauteur du niveau de la haute mer à l'embouchure d'une rivière ou dans une anse du littoral et celui de la basse mer n'est par conséquent pas un élément arbitraire. J'ai éloigné dès le début de ce passage affecté au jeu des marées, les rivages de la Méditerranée, qui, comme toutes les mers intérieures, n'a pas de marée; mais je dois faire observer que la hauteur théorique de la chute serait à Granville de 12,22 m sans omettre l'action possible d'un vent favorable qui l'augmenterait ou d'un vent contraire qui la réduirait, et que ce maximum ne dure pas bien longtemps. Toutefois il est possible de prévoir quand on peut commencer, puis quand on devra cesser d'utiliser la chute; de plus, tout moteur hydraulique établi dans de pareilles circonstances devra être muni d'un régulateur de vitesse. Je puis à l'appui de ce dire citer l'éclairage

(1) « Nous avons déjà parlé l'an dernier de cette conception de M. H. Bresson, d'utiliser les moindres ruisseaux pour la production du courant électrique, qui serait ensuite utilisée dans les campagnes pour la force motrice et l'éclairage. — L'idée devait venir de baptiser d'un nom spécial cette énergie des ruisseaux, et nous avons une houille de plus : la houille noire du *vieux temps* (? du présent auteur), la houille blanche du Congrès de Grenoble et la houille verte de M. Bresson. » (Ph. Delahaye, *Revue industrielle* du 18 juillet 1905.)

Il a été répondu à ce passage dans le *Bulletin du syndicat des Usines de France* (avril 1905) par un GRAPHIQUE CHRONOLOGIQUE.

(2) Jusque dans l'*Almanach Hachette*.

(3) Dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes*.

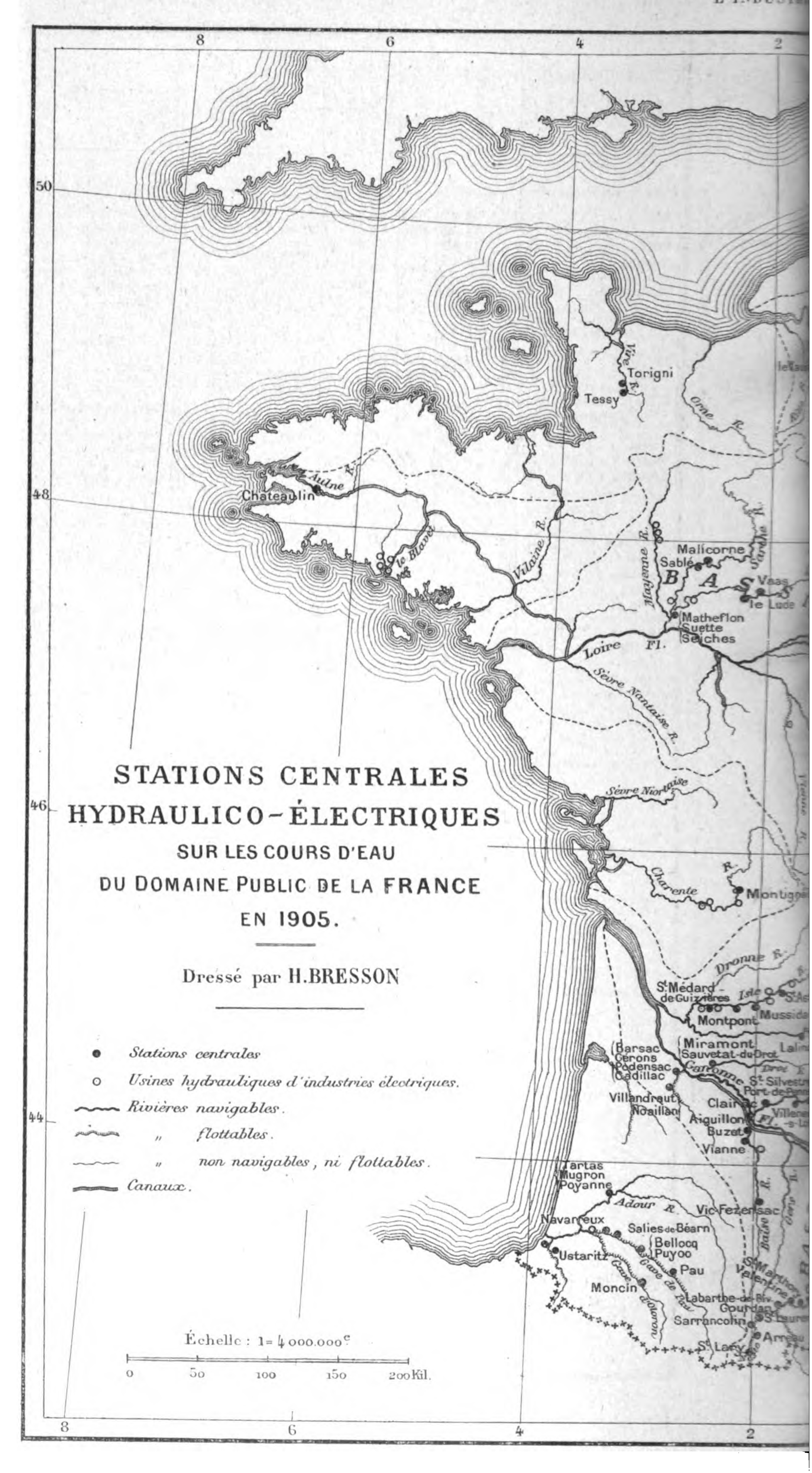
Ainsi l'*unité de hauteur* du port de Granville, déduite d'un grand nombre d'observations, est de 6,11 m, c'est-à-dire la quantité dont la mer s'élève ou s'abaisse relativement au niveau moyen qui aurait lieu sans l'action du Soleil et de la Lune.

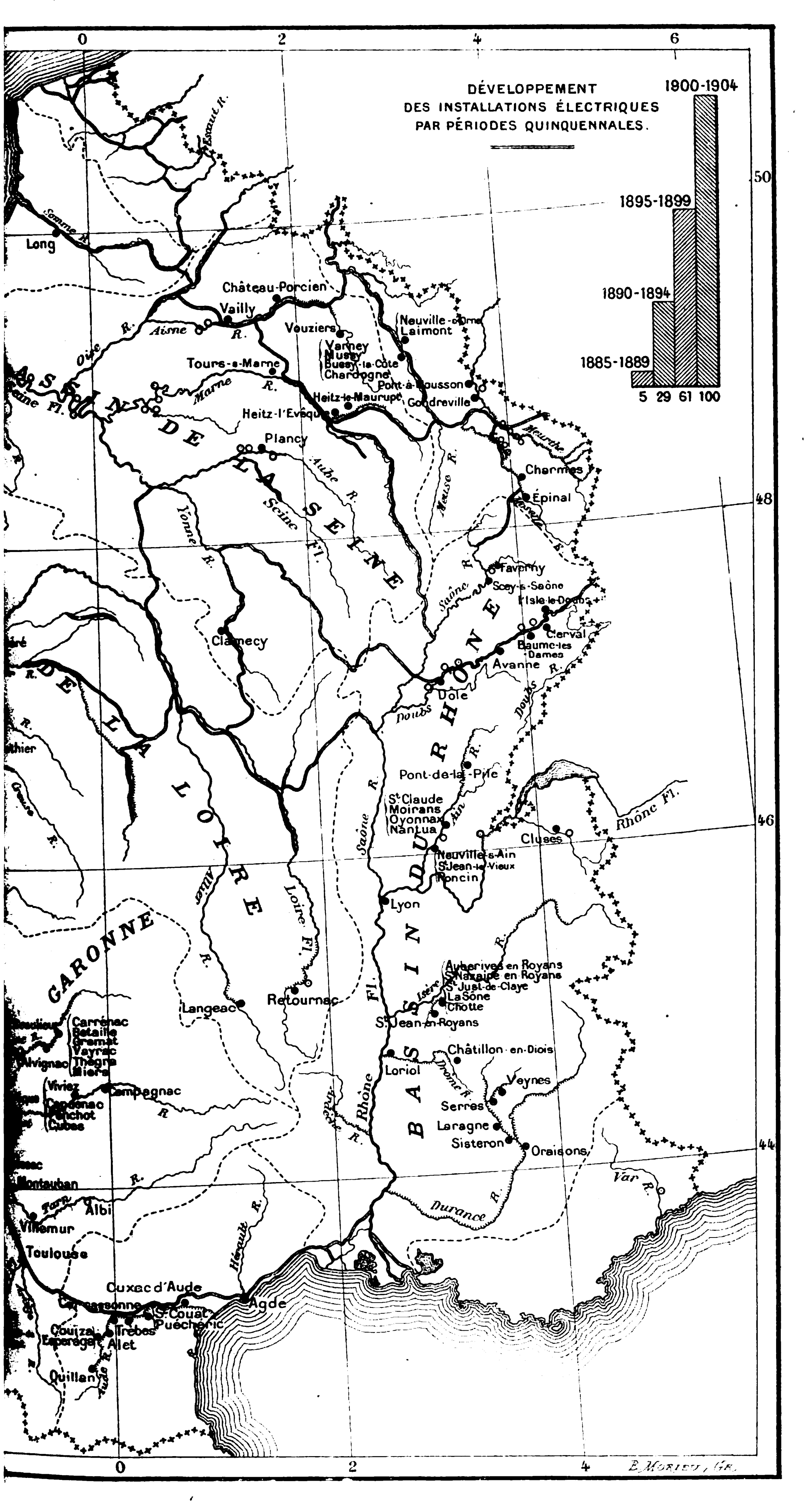
TABLEAU DES STATIONS CENTRALES ÉLECTRIQUES ACTIONNÉES PAR LES RIVIÈRES DU DOMAINE PUBLIC EN 1905

Co. Commune. Ca. Canton. SP, Sous-Préfecture. P, Préfecture.

LOCALITÉS.		POPULATIONS.	DATES.	PUISSANCE CONCÉDÉE.	MOTEURS DE SECOURS.	UTILISATIONS CUMULÉES.
Ain.						
Neuville-sur-Ain	Co.	1 551				
Saint-Jean-le-Vieux	Co.	1 471	1894	160	160	Fabrique de soies.
Poncins	Ca.	1 675				
Aisne.						
Vailly	Ca.	1 680	1899	80	400	»
Alpes (Basses-).						
Sisteron	SP.	5 874	1891	114	15	»
Oraison	Co.	1 944	1897	67	»	Service eau de ville.
Alpes (Hautes-).						
Veynes	Ca.	2 544	1901	55	80	Fabrique de draps.
Serres	Ca.	1 244	1895	56	»	Minoterie.
Laragne	Ca.	1 165	1898	»	»	Fabrique de pâtes alimentaires.
Ardennes.						
Vouziers	SP.	5 546	1888	150	80	»
Château-Porcien	Ca.	1 237	1895	150	»	Minoterie.
Aube.						
Plancy	Co.	1 109	1905	50	»	»
Aude.						
Couiza	Ca.	1 088	1896	50	»	»
Esperaga	Co.	2 527				
Alet	Co.	819	1891	70	»	Mouture de riz.
Carcassonne (2 usines)	P.	30 720	1899	100 100	» 120	»
Trèbes (et une partie de Carcassonne)	Co.	1 840	1894	90	»	»
Puicheric (rive d'Aude)	Co.	1 525	1903	40	»	»
Saint-Couat	Co.	621				
Quillan	Ca.	2 511	1891	50	»	»
Cuxac-d'Aude	Co.	2 857	1899	27	»	»
Corrèze.						
Beaulieu	Ca.	2 025	1900	187	»	Minoterie.
Dordogne.						
Saint-Astier	Ca.	2 942	1905	62	25	»
Mussidan	Ca.	2 264	1895	»	»	Filature.
Monpont	Ca.	2 486	1894	211	»	Minoterie.
La Linde	Ca.	2 096	1901	21	»	»
Doubs.						
Avanne	Co.	411	1903	200	»	Minoterie.
Beaume-les-Dames	SP.	3 021	1899	120	»	»
Clerval	Ca.	1 059	1905	10	»	»
Isle-sur-le-Doubs	Ca.	2 621	1897	120	»	»
Drôme.						
Saint-Jean-en-Royans	Ca.	2 959	1892	74	»	»
Châtillon-en-Diois	Ca.	948	1894	84	»	»
Loriol	Ca.	5 108	1895	50	10	Fabrique de glace artificielle.
Eure.						
Le Vaudreuil	Co.	566	1895	58	»	Fabrique de draps.
Léry	Co.	953	1888	200	»	Fabrique de pâte de bois.
Finistère.						
Châteaulin	SP.	5 874	1888	146	»	»
Garonne (Haute-).						
Labarthe-de-Rivière	Co.	1 515	1904	150	»	»
Gourdan	Co.	1 140				
Valentine	Co.	985	1904	9	»	Fabrique d'oxygène.
Saint-Marthory	Ca.	1 051	1899	325	»	Fabrique de papier.
Cazères	Ca.	2 677	1898	65	»	Service eau de ville.
Toulouse (5 usines)	P.	149 000	1888	26 1195 120 20 225	180 1550 » » 120	Service eau de ville.
Salies-de-Salat	Ca.	1 052	1897	60	»	Scierie.
Villemur	Ca.	5 951	1896	547	»	Fabrique de pâtes alimentaires.
Gers.						
Vic-Fezensac	Ca.	3 250	1905	45	»	»
Gironde.						
Barsac	Co.	2 956				»
Cérons	Co.	1 145	1901	85	70	»
Podensac	Ca.	1 679				Fabrique de glace artificielle.
Cadillac	Ca.	2 785				
Saint-Médard-de-Guizières	Co.	1 525	1901	160	90	Minoterie.
Hérault.						
Agde	Ca.	9 555	1891	500	»	Décorticage de riz.
Indre.						
Saint-Gauthier	Ca.	2 450	1902	195	»	»
Indre-et-Loire.						
Bléré	Ca.	3 288	1898	115	»	»
La Croix-de-Bléré	Co.	1 162				
Isère.						
Aubérives-en-Royans	Co.	550				
Saint-Nazaire-en-Royans	Co.	720				
Saint-Just-de-Claix	Co.	789	1897	100	»	»
La Sône	Co.	906				
Chatte	Co.	1 852				

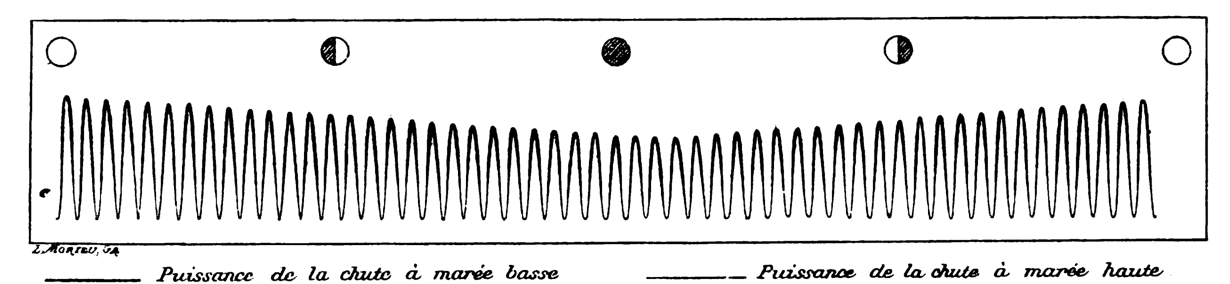
LOCALITÉS.		POPULATIONS.	DATES.	PUISSANCE CONCÉDÉE.	MOTEURS DE SECOURS.	UTILISATIONS CUMULÉES.
Jura.						
Dôle	SP.	14 800	1899	93	250	»
Pont-de-Poitte	Co.	665	1898	60	»	Scierie.
Saint-Claude	SP.	10 449				
Moirans	Ca.	1 406				
Oyonnax	Ca.	6 140	1900	30	»	»
Nantua (Ain)	SP.	2 989				
Loire (Haute-).						
Langeac	Ca.	4 574	1899	105	»	»
Retournac	Co.	3 630	1904	12	»	Moulinage de soie.
Landes.						
Tartas		3 059				
Mugron		1 912	1904	117	»	»
Poyanne		950				
Lot.						
Aiguillon	Co.	2 988		217	»	»
Capdenac	Co.	985				
Penchot	Co.	930	1893	573	350	Fonderie.
Viviez	Co.	2 040				
Aubin	Ca.	9 973	1898	»	»	»
Puy-l'Évêque	Ca.	2 009	1904	225	»	»
Carrenac	Co.	821				
Betaille	Co.	1 502				
Thegra	Co.	718				
Miers	Co.	847	1901	175	30	»
Gramat	Ca.	3 023				
Alvignac	Co.	620				
Vagrac	Ca.	1 598				
Lot-et-Garonne.						
Fumel	Ca.	4 145	1902	52	90	»
Vianne	Co.	821	1894	»	»	Minoterie.
Sauvetat-du-Drot	Co.	611				
Miramont	Co.	2 026	1905	»	»	»
Saint-Sylvestre	Co.	1 206				
Biers		»	1902	270	»	»
Penne	Ca.	2 552				
Villeneuve-sur-le-Lot (2 usines)	SP.	13 594	1889	472 268	» »	» »
Clairac	Co.	2 880	1891	216	»	Minoterie.
Buzet	Co.	1 312	1895	38	»	Fabrique de glace artificielle.
Maine-et-Loire.						
Mateflon	Co.					
Siches	Ca.	1 332	1902	»	»	»
Suette	Co.					
Manche.						
Tessy-sur-Vire	Ca.	1 352	1905	143	»	Minoterie et scierie.
Torigny	Ca.	1 931	1902	196	»	»
Marne.						
Tours-sur-Marne	Co.	952	1899	250	70	Minoterie.
Heitz-l'Évêque	Co,	273	1902	32	»	Concassage de graines.
Heitz-le-Maurupt	Ca.	690	1900	25	»	»
Meurthe-et-Moselle.						
Gondreville	Co.	1 258	1904	75	»	Filature.
Pont-à-Mousson	Ca.	12 847	1899	83	25	Constructions métalliques.
Meuse.						
Neuville-sur-Orne	Co.	501	1901	12	»	Minoterie.
Laimont	Co.	561				
Varney	Co.	101				
Mussy	Co.	337	1903	50	»	»
Bussy-la-Côte	Co.	186				
Chardogne	Co.	429				
Verdun	SP.	1 360	1887	55	20	»
Nièvre.						
Clamecy	SP.	5 426	1891	45	95	»
Pyrénées (Basses-).						
Ustaritz	Ca.	2 485	1903	64	»	Minoterie.
Moncin	Ca.	4 209	1904	64	»	»
Nay	Ca.	3 670	1890	150	»	»
Bizanos (pour Pau)		»	1898	»	»	»
Puyoo	Co.	441	1904	35	»	Minoterie.
Bellocq	Co.	996				
Salies-de-Bearn	Ca.	5 994	1893	180	»	Service eau de ville.
Itsatsou	Co.	1 451	1904	50	»	»
Anglet	Ca.	5 679				
Navarrenx	Ca.	1 288	1891	63	»	Service eau de ville.
Pyrénées (Hautes-).						
Saint-Lary	Co.	241	1902	20	»	Scierie et tournerie mécanique.
Arreau	Ca.	1 000	1904	15	»	Scierie.
Sarrancolin	Co.	305	1903	75	»	Scierie et minoterie.
Saint-Laurent		1 242	1905	43	»	Filature, scierie et minoterie.
Rhône.						
Lyon	P.	459 099	1897	1200	»	»
Saône (Haute-).						
Scey-sur-Saône	Ca.	7 347	1902	230	»	Minoterie.
Faverney	Co.	1 488	1900	70	»	Scierie.
Sarthe.						
Malicorne	Ca.	1 541	1898	»	»	Minoterie.
Sablé	Ca.	5 599	1898	»	»	»
Vaas	Co.	1 640	1894	»	»	»
Le Lude	Ca.	3 644	1893	»	»	»
Savoie (Haute-).						
Cluses	Ca.	2 208	1891	80	50	»
Somme.						
Long	Co.	1 085	1905	137	»	Service eau de ville.
Tarn.						
Albi	P.	22 571	1905	745	»	Minoterie.
Tarn-et-Garonne.						
Montauban	P.	30 506	1899	640	»	»
Moissac	SP.	8 407	1900	660	100	Service eau de ville.
Vosges.						
Charmes	Ca.	3 696	1895	78	40	Plâtre, scierie et ferronerie.
Épinal	P.	28 080	1899	70	»	»


STATIONS CENTRALES
HYDRAULICO-ÉLECTRIQUES
SUR LES COURS D'EAU
DU DOMAINE PUBLIC DE LA FRANCE
EN 1905.
Dressé par H. BRESSON
Stations centrales
Usines hydrauliques d'industries électriques.
Rivières navigables.
„ flottables.
„ non navigables, ni flottables.
Canaux.
Échelle : 1 = 4 000.000e
0
50
100
150
200 Kil.
Aulne R.
Chateaulin
le Blavet
Vilaine R.
Loire Fl.
Sèvre Nantaise R.
Sèvre Niortaise
Charente R.
Montignac
Dronne R.
Torigni
Tessy
Vire R.
Orne R.
Mayenne R.
Malicorne
Sablé
Vaas
le Lude
Matheflon
Suette
Seiches
St Médard de Guizières
Isle
Montpont
Barsac
Cerons
Podensac
Cadillac
Villandraut
Noaillan
Miramont
Sauvetat-du-Drot
Garonne
Clairac
Aiguillon
Buzet
Vianne
Tartas
Mugron
Poyanne
Adour R.
Vic-Fezensac
Navarreux
Salies de Béarn
Bellocq
Puyoo
Ustaritz
Pau
Moncin
Gave de Pau
Gave d'Oloron
Labarthe-de-Riv.
Gourdan
Sarrancolin
St Lary
Arreau
Baïse R.
8
6
4
2
50
48
46
44



DÉVELOPPEMENT
DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
PAR PÉRIODES QUINQUENNALES.
1900-1904
1895-1899
1890-1894
1885-1889
5 29 61 100
0
2
4
6
50
48
46
44
Long
Château-Porcien
Vailly
Vouziers
Tours-s-Marne
Heitz-l'Évêque
Plancy
Pont-à-Mousson
Godreville
Charmes
Épinal
Faverny
Scey-s-Saône
Clerval
Avanne
Dole
Clamecy
Pont-de-la-Pile
Lyon
Cluses
Langeac
Retournac
Châtillon-en-Diois
Loriol
Veynes
Serres
Laragne
Sisteron
Oraisons
Albi
Toulouse
Cuxac d'Aude
Agde
Allet
Quillan
Rhône Fl.
Durance R.
Var R.
Loire Fl.
GARONNE
BASSIN DU RHONE
BASSIN DE LA LOIRE
BASSIN DE LA SEINE
E. Morieu, Gr.

électrique de Pont-l'Abbé, dans le Finistère, ainsi que deux minoteries au moins dans les Côtes-du-Nord; celles-ci avec turbines de 45 et 60 poncelets, du type Bret de Verneuil, avec régulateur de vitesse et toutes deux aussi s'éclairant ainsi à l'électricité; on voit par là que ce ne sont pas des forces hydrauliques déjà si négligeables.



——— *Puissance de la chute à marée basse* ——— *Puissance de la chute à marée haute*

Fig. 4.

Naturellement les accumulateurs ou moteurs de secours sont obligatoires en cas d'éclairage électrique [1].

Cette situation peut encore se traduire par un troisième et dernier graphique, ci-dessus :

Autre remarque curieuse : il ne semble pas que les moulins de marée soient soumis à aucun règlement; les archives des rivières navigables sont déposées au Ministère des travaux publics qui les gardent en sa dépendance, et celles des rivières non navigables à celles du Ministère de l'agriculture. Cette dualité d'attributions qui résulte du décret du 14 novembre 1881, répond à une distinction de régime, déjà très ancienne et que la loi du 8 avril 1898 à consacré à nouveau.

Mais avec ces quatre courbes le cycle de la force motrice hydraulique est bien régulièrement défini, puisqu'on aura suivi à peu près régulièrement une rivière à travers ses divers états de sa source à la mer; je dis *à peu près*, car certains cours d'eau, tel que le Rhône par exemple, ne participeront que des première et troisième courbes; d'autres ne seront par contre nullement navigables et tiendront de la deuxième seulement pour leur utilisation hydraulique.

A ce chiffre de 100 stations centrales, je puis ajouter celui de 62 installations électriques, toujours hydrauliques et sur rivières navigables ou flottables, soit affectées uniquement à l'éclairage et à la force motrice des usages domestiques chez un propriétaire, soit employées par des établissements industriels dans lesquels l'électricité joue cependant le principal rôle. Ainsi des chutes assez nombreuses sont réunies sur la Moselle et sur la Meurthe par un transport électrique dans d'importantes fabriques de constructions électriques.

D'autres cas seraient fort intéressants à relever : à Angoulême, fabrique de poudre de l'État; à Châtellerault, fabrique d'armes de l'État, toutes deux avec transmission électrique; deux chutes du canal de Bourgogne suffisent à l'éclairage et à la traction de la partie souterraine de ce même canal, dite alors de Poully. Mais le plus remarquable et le plus intéressant de tous ces exemples est bien celui de la manœuvre de tous les ouvrages des écluses et des barrages (y compris l'éclairage) de Poses, sur la Seine, dans l'Eure, trop souvent décrit pour me permettre d'y apporter mon impression, si ce n'est celle, qu'à l'intérêt que doit éprouver l'ingénieur, de vives sensations sont ménagées au touriste en voyant la largeur imposante du fleuve (près de 500 m) et la chute de 4,5 m à l'époque de l'étiage. Deux fabriques d'accumulateurs, une fabrique de carbure de calcium et une usine avec fours électriques complètent ce rapide aperçu des nouvelles industries qui commencent à se développer sur les cours d'eau de l'ordre envisagé depuis la découverte assez récente de la dynamo. Un signe conventionnel a indiqué leurs emplacements sur la carte.

Cette merveilleuse dynamo sert encore, mais alors accessoirement, à l'éclairage de 225 usines hydrauliques d'industries les plus variées que l'échelle réduite de la carte ne m'a pas permis d'y porter. Il est vraisemblable que les statistiques de l'avenir nous ménageront encore bien d'autres surprises dans cet ordre d'idées; la carte et le tableau présentés ici seront des jalons, des points de repère pour ainsi dire, servant à constater les progrès réalisés.

HENRI BRESSON.

[1] On se préoccupe actuellement de cette question à l'embouchure de la Tamise. *The Times*, Londres, 24 février 1906.

Note relative au tableau pages 130-131. — Il est entendu qu'indépendamment de l'usine électrique ou conjointement avec elle, il peut exister d'autres distributions d'électricité dans une ville; c'est le cas de Lyon, Pau, etc..., tandis que Toulouse utilise 5 chutes (1193 + 225 + 120 + 26 + 20 = 1584 chevaux utilisables). J'ai encore cru intéressant de signaler l'industrie annexe qui utilise parfois la chute d'eau en dehors des heures d'éclairage.

ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

DANS LES

TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

PAR L'EMPLOI DE COMPTEURS DE TEMPS SUR LES VOITURES

L'énergie électrique absorbée dans la traction des tramways représente une part importante des dépenses d'exploitation proprement dites. En comptant l'énergie à

à 25 centimes par kilowatt-heure, les tramways municipaux de Francfort auraient dépensé, en 1904, 940 000 fr.

Alors que toutes les autres dépenses d'exploitation, grâce à un contrôle continu, avaient pu être réduites à un minimum, il n'avait pas été possible d'obtenir ce résultat, tout au moins dans les mêmes proportions, en ce qui concerne la consommation d'énergie nécessitée par le service du matériel roulant. Ce problème était difficile à résoudre, car la consommation d'énergie dépend de l'habileté individuelle de plusieurs centaines de mécaniciens; or, ceux-ci ne peuvent être efficacement surveillés d'une façon continue que par la présence d'appareils spéciaux de contrôle.

En vue d'obtenir un contrôle efficace du service des mécaniciens, les Tramways de Francfort mirent à l'essai des compteurs d'énergie et des compteurs intégrant la vitesse angulaire des essieux moteurs de la voiture lorsque celle-ci est sous courant.

Après l'insuccès de ces appareils, elle a adopté un compteur de temps qui lui a donné toute satisfaction et qui a pour effet de totaliser le temps pendant lequel la voiture est sous courant pour maintenir la marche de la voiture.

C'est en mai 1905 que toutes les voitures possédaient leur compteur de temps, et l'on a pu procéder aux essais dès juin 1905. Nous résumerons ici les renseignements utiles fournis par cette heureuse innovation.

Rapports entre les indications du compteur de temps et la consommation d'énergie. — Si l'on examine de plus près la marche en palier d'une voiture motrice entre deux points d'arrêt consécutifs, — lesquels sont, sur le réseau des Tramways de Francfort, distants en moyenne de 200 m, — on peut en général reconnaître, en admettant naturellement une bonne manœuvre du combinateur, trois périodes parfaitement distinctes : la première, une période d'*accélération*; la seconde, une période de *dérive*, pendant laquelle la vitesse de la voiture, mise hors courant, diminue par suite de l'action retardatrice due au frottement de roulement développé par les roues sur le rail, au frottement des essieux sur leurs coussinets et à la résistance de l'air; la troisième période enfin, est une période de *ralentissement rapide* dû à la mise en action des freins. Comme toute mise en action des freins équivaut à une perte d'énergie, le mécanicien doit chercher à mettre son combinateur hors courant suffisamment tôt, de façon à obtenir une période de dérive aussi longue que possible; la voiture s'approchera ainsi du point d'arrêt, animée d'une vitesse très réduite.

Si, d'autre part, la vitesse commerciale et la vitesse maxima permise sont données, le mécanicien se trouvera dans la nécessité d'abréger la période d'accélération, c'est-à-dire d'accélérer le démarrage.

La marche d'une voiture en palier entre les deux points terminus d'une ligne représente en général, — si bien entendu il est fait abstraction du passage des courbes, des aiguillages et autres obstacles inhérents au mouvement de la rue — la somme des périodes que nous venons d'indiquer, dont une partie, celle pendant laquelle la voiture est mise sous courant, correspond à la somme des périodes d'accélération.

L'énergie nécessaire pendant la période d'accélération, c'est-à-dire l'énergie consommée par la voiture pour sa marche entre les deux points terminus, dépend de la masse du véhicule, de la vitesse à atteindre et du coefficient de rendement. Comme la masse de la voiture et la vitesse à atteindre sont deux facteurs déterminés, la quantité d'énergie consommée ne dépend, en réalité, que du coefficient de rendement de la période d'accélération. Tout aussi bien pour le réglage de la vitesse exclusivement par résistances que pour le réglage de la vitesse par couplage en série parallèle, le plus grand rendement sera obtenu en passant rapidement sur les touches de résistance, de façon à utiliser aussi utilement que possible l'énergie nécessitée par la période d'accélération.

Cependant, en considération des voyageurs se tenant généralement sans appui debout sur les plates-formes, les voitures de tramway ne présentent en général qu'une accélération d'environ 0,8 m:s² pendant le démarrage. Dans la seconde partie de la période d'accélération, les moteurs augmentent la vitesse de la voiture sans perte aucune dans les rhéostats. Ce serait dès lors une faute de la part du mécanicien qui aurait à desservir un régulateur par couplage en série parallèle à 8 touches, de ramener la manette à la position d'arrêt aussitôt que la touche 8 aura été atteinte; il devra, au contraire, maintenir la manette sur les dernières touches de façon à augmenter progressivement la vitesse de la voiture sans perte de courant dans les résistances.

Si la distance entre les points d'arrêt est trop petite, ou si encore le mécanicien remarquait un obstacle sur sa route, il devrait ramener sa manette jusqu'à la touche 4 seulement et, avant d'interrompre complètement le courant, rester quelque temps sur cette touche, qui, pour une mise en série des moteurs, n'implique aucune perte dans les résistances. De cette façon, les pertes d'énergie dues au freinage pendant la dernière partie de la course de la voiture, seront réduites.

Lorsque le trafic de la ligne n'est pas intense de manière à permettre à la voiture de brûler l'un ou l'autre point d'arrêt, il suffira au mécanicien de donner un coup de collier en ramenant sa manette à la touche 8, pour augmenter la vitesse de la voiture et atteindre le prochain point d'arrêt.

Il résulte donc de ce qui précède, que la nécessité d'arriver à une accélération rapide afin d'obtenir de longues périodes de dérive, se concilie parfaitement avec l'obligation de ne pas s'attarder sur les touches de résistance, évitant ainsi, dans la mesure du possible, les pertes dans les rhéostats.

Aussi, si l'on compare entre elles les consommations temporaires obtenues par différents mécaniciens sur une même ligne, dans les mêmes conditions de service et pour un même état atmosphérique, il est hors de doute que le

mécanicien, dont le compteur indiquera la moindre consommation temporaire, sera également celui qui aura consommé le moins de courant : il aura, en effet, obtenu la marche de sa voiture en procédant à une accélération rapide lors du démaarage et en utilisant de longues périodes de roulement spontané ; en d'autres termes il aura desservi sa voiture d'une façon rationnelle.

Dans les montées, la plus ou moins grande habileté du mécanicien n'influe que très peu sur la consommation du courant, la voiture devant être presque continuellement sous courant. Dans les descentes, par contre, le mécanicien pourra réduire la puissance dépensée à un minimum ; il n'emploiera en effet, lors du démarrage, le courant que pour mettre la voiture en marche, l'augmentation de la vitesse étant obtenue par la déclivité même de la ligne. Si la ligne présente un profil accidenté, la plus grande partie de l'énergie nécessitée pour les montées, sera annihilée dans les descentes par les freins, car des motifs de sécurité ne permettent pas d'utiliser complètement les forces devenues libres pour augmenter la vitesse de la voiture.

Si les nécessités du service prévoyaient pour un tronçon de ligne une diminution de la vitesse, tous les mécaniciens seraient obligés de passer le tronçon de ligne à la même vitesse réduite, par exemple en mettant les deux moteurs en série. Les données comparatives obtenues par les compteurs, ne seraient donc en rien influencées par ces particularités du service.

Quant aux poids différents que présenteraient les types de trains roulant sur une ligne, il est toujours possible d'en tenir compte au moyen d'un coefficient ; il en est de même en ce qui concerne les différents types d'équipement électrique.

Comparaison entre les compteurs d'énergie et les compteurs de temps. — D'après ce qui vient d'être dit, il résulte que les compteurs horaires permettent, tout aussi bien que les compteurs d'énergie, d'apprécier l'habileté individuelle des mécaniciens. Le compteur horaire présente cependant sur le compteur d'énergie de grands avantages, que nous allons énumérer.

Tout d'abord l'unité de mesure admise dans l'emploi des compteurs de temps, c'est-à-dire le courant-minute, est, pour le personnel desservant des entreprises de tramways, d'une compréhension plus facile que le kilowatt-heure, unité qu'il n'est guère aisé de comprendre sans certaines connaissances préliminaires de la science électrotechnique.

Au point de vue des dépenses d'entretien, les compteurs de temps l'emportent de loin sur les compteurs d'énergie, par suite des étalonnages auxquels ceux-ci doivent être fréquemment soumis. La construction des compteurs de temps est d'une grande simplicité, le mécanisme ne comporte en effet que des organes consacrés déjà par une longue expérience, avantage précieux en ce sens qu'il diminue considérablement le nombre de réparations.

Enfin les frais de premier établissement sont beaucoup moindres : l'installation d'un compteur d'énergie sur une voiture revient à environ 150 fr, alors que l'installation d'un compteur de temps ne revient qu'à environ 50 fr.

Institution du contrôle. — Chaque receveur annote dans une colonne spéciale de sa feuille de route, l'indication du compteur et ce, le matin quand il prend son service au dépôt et avant chaque départ d'un point terminus de sa ligne. Il indique, de plus, sur sa même feuille de route, le numéro matricule du mécanicien, le numéro de la voiture et, le cas échéant, celui des voitures d'attelage remorquées. Après chaque voyage, le receveur communique au mécanicien le nombre de minutes dont a avancé le compteur : le mécanicien peut donc ainsi se contrôler lui-même.

Le travail du personnel d'un même dépôt est organisé par *services* d'après un roulement entre mécaniciens, de telle sorte qu'après une certaine période tous les mécaniciens ont effectué le même service, c'est-à-dire les mêmes voyages, aux mêmes heures de la journée et dans des conditions de trafic assez analogues. Ce mode de roulement permet ainsi un contrôle facile de la consommation de courant.

Les annotations des feuilles de route des receveurs font connaître le nombre total de courant-minutes employées par le mécanicien à la fin du *service* par lui effectué.

Les mécaniciens, dont les nombres de comparaison se trouvent être souvent en dessous de la moyenne, sont réprimandés par le chef mécanicien.

Une consommation trop haute ne dépend pas toujours du manque d'habileté du mécanicien ; elle peut parfois résulter du mauvais état de la voiture ; les annotations portées dans le registre permettent de s'en assurer immédiatement : la voiture est alors immédiatement retirée du service et remise en état.

Résultats obtenus par l'application du système de contrôle. — Depuis la mise à l'électricité du réseau, la consommation d'énergie avait augmenté d'année en année. L'introduction des compteurs horaires vint réduire cette consommation moyenne à 469 watts-heure par voiture-kilomètre.

En admettant pour le mois de juin 1905, une augmentation dans la consommation de courant égale à celle observée pour le mois d'avril 1905 par rapport au mois correspondant de l'année précédente, il s'en serait suivi, pour le mois de juin, une consommation moyenne de 559 watts-heure par voiture-kilomètre.

L'économie réalisée par l'application des compteurs horaires a donc été de 559 — 469 = 70 watts-heure par voiture-kilomètre calculé, soit donc 12,9 pour 100.

Comme le montrent d'ailleurs les relevés journaliers faits sur les différentes lignes du réseau, la consommation unitaire tend encore toujours à s'abaisser ; aussi est-il permis de supputer par la suite une diminution minimum de 15 pour 100.



L'application des compteurs a eu comme conséquence, non seulement de réduire considérablement la consommation d'énergie, mais aussi de diminuer l'usure des blocs de freins et des bandages des roues. Antérieurement à l'introduction des compteurs de temps, une grande partie de l'énergie dépensée était, en effet, annihilée par les freinages, ce qui entraînait une usure rapide du matériel.

L'application des compteurs-horaires eut également une influence très heureuse sur l'horaire. Alors qu'antérieurement, les durées des trajets étaient, sans cause déterminée, soumises à des variations quelquefois considérables, on put constater, déjà quelques jours après l'installation des compteurs, que les voitures arrivaient aux points terminus des lignes à l'heure prévue, qu'elles ne partaient pas après l'heure, et, enfin, qu'elles maintenaient entre elles la distance réglementaire. Ce meilleur maintien de l'horaire peut être expliqué par le fait que les mécaniciens d'une même ligne roulent aujourd'hui à une vitesse à peu près uniforme pour tous; en effet, le mécanicien qui augmenterait, au-dessus de la vitesse permise, la vitesse de sa voiture, se ferait immédiatement reconnaître par la plus longue durée de consommation de courant qui résulterait de cette augmentation de vitesse. C'est pour ce même motif, d'ailleurs, que les mécaniciens cherchent à observer exactement les heures de départ.

Enfin, les chances de collisions avec d'autres véhicules ont été réduites, en ce sens que les voitures ne roulent plus à la vitesse maximum que pendant une durée très réduite, la plus grande partie du trajet étant parcourue sans courant. Il en est de même aussi des collisions entre voitures de tramways : comme le montre, en effet, l'expérience, ces collisions arrivent presque toujours aux points d'arrêt, une voiture lancée sur la voie venant se jeter sur une voiture déjà à l'arrêt; or, comme les mécaniciens arrivent aujourd'hui à l'arrêt à une vitesse réduite, il en résulte que les collisions de cette catégorie ont également beaucoup diminué. A. Z.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La circulation dans Londres. — On vient de publier les cinquième et sixième volumes du rapport de la *Royal Commission on London Traffic* dans lesquels on trouve une foule de renseignements intéressants. Il y a en particulier des statistiques sur la densité de population, la densité du trafic, les divers projets de chemin de fer à l'étude, et l'influence qu'a l'installation d'un moyen rapide de communication sur le développement de diverses localités. La Commission propose la création d'un bureau spécial de trafic pour traiter ces questions et recommande la reconstruction, l'élargissement de plusieurs rues et routes, une extension générale des réseaux de tramways et la modification de certains règlements, ce qui faciliterait beaucoup la circulation. Un de ces règlements en particulier concerne la police, il exigerait que toutes les voitures à allure lente cheminent près des trottoirs, et tout de suite cela augmenterait énormément la circulation des autres véhicules dans Londres. On a sévèrement critiqué ces projets, principalement à cause de leur coût énorme. On ne peut construire de nouvelles rues, par exemple, pour moins de 750 millions de francs, et même plus. On a aussi montré que ce serait dommage de placer les tramways à la surface des rues de Londres, à un moment où l'on installe des lignes aériennes à Berlin et lorsque à Boston, en Amérique, on a rejeté le système des tramways à fleur de sol.

Le développement rapide des omnibus automobiles a surpris plusieurs personnes et rendu les tramways presque inutiles. Quoique les omnibus à moteur ne soient pas encore parfaitement satisfaisants, ils sont rapides, commodes et ils rapportent de beaux bénéfices. De plus, on les perfectionne tous les jours, en sorte que d'ici cinq à six ans, ils feront produire au capital pour Londres seulement, autant et même plus que les tramways électriques du continent. Cela se comprend, car ils fonctionnent à fleur de sol, ils sont plus agréables que les tubes; malgré leur vitesse plus grande et l'inexpérience de leurs mécaniciens, il est étonnant de voir combien on a peu d'accidents à constater. Il faut bien tenir compte de ces nouveaux venus lorsqu'on fait des projets pour améliorer le trafic de Londres.

L'intérêt principal dans le problème de la circulation est tout entier dans la réponse à la question suivante. En quelles mains sera la direction générale de la circulation? Ce n'est un secret pour personne que le London County Council désire beaucoup obtenir ce droit pour lui-même, malgré les résultats plutôt douteux qu'il a obtenus avec ses tramways et avec les bateaux à vapeur de la Tamise, où beaucoup d'argent venant des contribuables a été dépensé avec peu de discrétion.

Mais il faut bien espérer que le nouveau Board sera composé d'experts et non pas de politiciens et qu'il ne sera sous la dépendance d'aucune autorité locale.

La visite des électriciens étrangers à Londres. — L'*Institution of Electrical Engineers* a déjà fait un programme provisoire pour la réception de ses hôtes du continent l'été prochain. Tout d'abord on a organisé une visite au *National Physical Laboratory*, avec réception et dîner à l'Hotel Cecil, une visite au Post-Office, une conférence au Muséum d'Histoire naturelle, une excursion sur la Tamise et une visite à Windsor. Naturellement on visitera aussi toutes les stations centrales des chemins de fer électriques, des tramways et d'éclairage. Le 28 juin les visiteurs partiront pour Birmingham, le 29 ils se rendront à Manchester, le 30 à Liverpool et le dimanche dans le Lake District. Le lundi, ils partiront pour Glasgow — et pour retourner à Londres passeront

par Édimbourg, Newcastle et Leeds. La visite se terminera le 7 juillet.

L'électricité et le mal de mer. — On peut voir dans quelques-uns des bateaux à vapeur de la Compagnie *South Eastern and Chatham* entre Douvres et Calais une invention ingénieuse pour le soulagement des voyageurs qui souffrent du mal de mer. Une sorte de lit est suspendu à la cardan sur des pivots à peu près comme une boussole.

Au plafond de la cabine où ce lit est installé sont attachés quatre freins électriques qui sont en relation avec les coins du lit au moyen d'un arrangement de cordes et de poulies. Lorsque le lit a tendance à perdre son horizontalité, un ou deux de ces freins deviennent actifs et l'arrêtent jusqu'à ce que le bateau ait regagné une position stable. La partie ingénieuse de l'appareil réside dans la manière dont se fait le contact pour appliquer les freins au moment voulu. On arrive à ce résultat au moyen de contacts à mercure contenus dans quatre tubes placés au fond du lit. Lorsque le lit commence à perdre son horizontalité, le mercure coule dans un ou deux des coins des tubes, où il ferme le circuit, correspondant en actionnant les freins aux points désirés. Cet appareil est l'invention d'un dentiste de Londres, M. Walter Whitehouse. Il a été en service pendant plusieurs semaines et a rendu de grands services aux voyageurs qui s'en sont servi.

Les moteurs de chemins de fer à courant alternatif simple. — M. Schoepf a récemment fait une communication sur ce sujet devant la section de Manchester de l'*Institution of Electrical Engineers*.

Il divise les moteurs à collecteur à courant alternatif simple en deux classes : le moteur série et le moteur à répulsion, qui est un moteur-série avec excitation obtenue par l'armature. Il dit que les deux systèmes furent inventés en Amérique, mais dans ce pays il n'y a que le moteur-série qui a survécu. Sur le continent, sous des formes différentes, les deux types ont un succès égal. Puis il a donné une description des enroulements du moteur avec pôles additionnés disposés pour neutraliser le flux d'armature perpendiculaire au flux principal, les quatre enroulements des pôles et de l'armature étant en série. Une modification de ce moteur consiste à avoir les pôles supplémentaires excités par des courants induits seulement. Comme le moteur-série n'est enroulé que que pour une tension de 250 volts, un auto-transformateur est installé sur le véhicule et l'auteur montre par une démonstration frappante la grande flexibilité de ce montage. La première partie de cette communication se termine par le compte rendu d'un essai fait par M. Schoepf sur un moteur-série avec un couple à pleine charge de 510 kgm. Il ajoute qu'il a obtenu un couple de 580 kgm, soit 25 pour 100 au-dessus du couple normal. La deuxième partie de la communication traite du réglage qui s'obtient par la variation de la tension que l'on obtient par un régulateur d'induction entre l'auto-transformateur et le moteur, dont la f. é. m. est d'abord opposée à celle du transformateur puis ajoutée. L'objection à ce projet est qu'une réaction additionnelle est introduite dans le circuit et le facteur de puissance est diminué. Un autre montage consiste à dériver plusieurs points du circuit de l'auto-transformateur.

C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 12 février 1906.

Sur quelques propriétés des rayons α émis par le radium et par les corps activés par l'émanation du radium. — Note de M. Henri Becquerel. (Voy. les *Comptes rendus.*)

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Ernest Bichat*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45 :

Sir William Crookes obtient 44 voix ;

M. Ch.-Ed. Guillaume obtient 1 voix.

Sir William Crookes est élu Correspondant de l'Académie.

Sur les durées comparées d'une émission de rayons X et d'une étincelle en série avec le tube producteur de rayons. — Note de M. Bernard Brunhes, présentée par M. Mascart. — Les expériences récentes de M. André Broca [1] ayant ramené l'attention sur le problème de la durée de décharge dans les tubes à rayons X, je demande la permission de rappeler, en la complétant sur un point, la Communication que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 9 avril 1900 [2].

J'ai mesuré, par une méthode de disque tournant, la durée d'émission de divers tubes à rayons de Röntgen, notamment d'un tube Chabaud-Villard et d'un gros tube sphérique livré par la maison Ducretet. Un disque de fer percé de nombreux trous circulaires de 4 à 5 mm de diamètre étant interposé entre le tube et un écran fluorescent, les trous, visibles sur l'écran, apparaissent allongés dans le sens du mouvement si l'on vient à imprimer au disque une rotation rapide.

J'ai, depuis lors, photographié l'image de ces trous, en ayant recours à une émission unique de rayons X, et en ayant soin de photographier en même temps, dans un autre secteur du disque tournant, les trous identiques éclairés par l'étincelle d'un micromètre en série avec le tube producteur de rayons. Le résultat constant a été que, sur la plaque éclairée par

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 271.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1007.

l'étincelle, les trous ne se sont jamais allongés dans le sens du mouvement d'une façon appréciable (ce n'est là qu'une variété de l'expérience de Wheatstone et d'Arago sur la durée de l'étincelle et de l'éclair), les images des trous *éclairés* par les rayons X sont allongés dans le sens du mouvement, d'une longueur qui conduit à des valeurs de l'ordre du dix-millième de seconde pour la durée de l'action des rayons X. Il serait intéressant de répéter les mesures galvanométrique et électrodynamique de M Broca sur le courant qui actionne le tube de Röntgen quand il y a, en série avec le tube, un micromètre à étincelles.

J'ai montré, dans la même Communication, comment on peut différencier l'action de la lumière ultra-violette d'une étincelle et l'action d'une émission de rayons X sur les potentiels explosifs, en montrant que l'expérience de M. Swyngedauw relative à l'action des rayons X sur une étincelle dynamique réussit encore quand on place le tube de Crookes à côté de l'excitateur secondaire au lieu de le placer à côté de l'excitateur primaire, ce qui n'aurait pas lieu si les étincelles aux deux excitateurs étaient provoquées par la lumière d'une autre étincelle. La conclusion que j'ai tirée de cette expérience, relativement à la persistance de l'action des rayons X, qu'on attribue cette persistance à la durée de l'émission des rayons X ou à la durée de l'état d'ionisation que provoque leur passage sur le micromètre, n'a pas été acceptée de tous les physiciens. Il peut être intéressant de noter que, dans son livre *Conduction of Electricity through gases*, J.-J. Thomson déclare qu'il lui paraît bien difficile de ne pas admettre cette persistance de l'action des rayons X sur un potentiel explosif (¹).

Sur la recombinaison des ions des vapeurs salines. — Note de M. G. Moreau, présentée par M. Mascart. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Séance du 19 février 1906.

Sur l'ébullition et la distillation du nickel, du fer, du manganèse, du chrome, du molybdène, du tungstène et de l'uranium. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Nous avons étendu nos recherches sur la distillation des corps simples aux métaux de la famille du fer. Le dispositif des expériences était le même que précédemment (¹) et nous avons opéré toujours dans le même modèle de notre four électrique, pour rendre les expériences aussi comparables que possible.

Conclusions. — Les métaux de la famille du fer ont des points d'ébullition très différents. Le manganèse est le plus volatil de tous et sa distillation se fait avec facilité avant celle de la chaux. Après lui vient le nickel dont l'ébullition paraît assez tranquille; puis le chrome qui distille avec régularité sous l'action d'un courant de 500 ampères sous 110 volts. L'ébullition du fer est plus difficile à obtenir et elle est précédée d'un dégagement tumultueux des gaz que ce métal dissout avec tant de facilité. Cependant, en employant des courants plus intenses et après que cette première effervescence est calmée, l'ébullition du fer se produit avec régularité. En 20 minutes avec un courant de 1000 ampères sous 110 volts nous avons distillé 400 gr de fer.

L'uranium a un point d'ébullition plus élevé que celui du fer; la distillation ne se produit qu'avec des courants de 700 ampères sous 110 volts, après 5 minutes de chauffe. Au contraire, le molybdène et le tungstène sont beaucoup plus difficiles à porter à l'ébullition et nous n'avons pu arriver à une ébullition régulière de ce dernier métal qu'avec un courant de 700 ampères sous 110 volts dans une expérience d'une durée de 20 minutes.

La poussière cristalline obtenue dans toutes ces expériences, par condensation de la vapeur métallique, possède les mêmes propriétés chimiques que le métal réduit en poudre fine.

Nos principales expériences sont résumées dans le tableau suivant qui montre bien la différence des points d'ébullition des métaux de la famille du fer.

	MASSE EN G.	TEMPS EN MINUTES.	AMPÈRES.	VOLTS.	MÉTAL DISTILLÉ EN G.
Nickel	150	5	500	110	56
	200	9	500	110	200
Fer.	150	5	500	110	14
	825	10	1000	55	150
	800	20	1000	110	400
Manganèse . .	150	5	500	110	58
	150	5	500	110	80
Chrome. . . .	150	5	5 0	110	58
Molybdène . .	150	10	700	110	0
	150	20	700	110	56
Tungstène . .	150	20	800	110	25
Uranium . . .	150	5	500	110	0
	150	5	700	110	15
	200	9	900	110	200

Étude photographique de la durée de la décharge dans un tube de Crookes. — Note de MM. André Broca et Turchini, présentée par M. Becquerel. — L'un de nous (¹) a étudié, au moyen de mesures électriques, la durée de la décharge dans un tube de Crookes, excité par des bobines d'induction. Pour déduire ce temps des mesures exécutées, il a fallu faire une hypothèse, c'est que le courant est constant pendant tout le temps d'une décharge. Le mieux serait d'employer, pour cette étude, un oscillographe, mais les modèles actuellement usuels ne permettent guère d'étudier des courants si faibles et si courts. Nous avons alors cherché à opérer par photographie de la décharge dans un miroir tournant.

M. Brunhes (voy. les *Comptes rendus*, 9 avril 1900) a tenté autrefois cette mesure par l'étude de la luminescence du platinocyanure de baryum, comme il le rappelait dans une note de lundi dernier. Cette étude ne permet pas de conclusions sûres relativement au temps que dure la décharge, pour de nombreuses raisons. On ne sait pas, en effet, si l'émission même des rayons X ne donne pas lieu à un retard ou si le phénomène de luminescence du platinocyanure ne donne pas quelque chose d'analo-

(¹) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1705, p. 853 et 977.

(¹) André Broca, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 371.

gue. C'est à des phénomènes de cette nature qu'on peut attribuer, en partie au moins, la différence entre les résultats expérimentaux de M. Brunhes et les nôtres. L'étude de la phosphorescence verte du verre du tube donne lieu certainement à des phénomènes de cette nature; il suffit de regarder cette phosphorescence au miroir tournant pour voir qu'elle dure très longtemps et qu'elle subit des changements de coloration avant de s'éteindre. Nous avons alors photographié une petite étincelle de 5 à 6 mm introduite dans le circuit comprenant le tube et la soupape de Villard, en nous assurant d'abord, par la méthode électrique déjà citée, que cela n'apportait aucun changement notable au fonctionnement. Le miroir tournant est porté par l'axe vertical de l'interrupteur-turbine à mercure que nous avons employé. De la sorte il y avait lieu d'espérer que, la rupture ayant toujours lieu pour une même position du miroir, on pourrait opérer par superposition d'impressions successives. L'observation à l'œil sur une plaque dépolie montre qu'il n'en est rien : il y a dans les ruptures successives des erreurs de temps de l'ordre de grandeur même des phénomènes à étudier. Nous avons alors opéré par poses instantanées, ce qui présentait de grandes difficultés à cause de la faible lumière de l'étincelle.

Le miroir, de 5×5 cm, en verre, argenté par devant et de 1 m de rayon de courbure, tourne à 5 t:s, limite de l'amorçage de l'interrupteur; la photographie se fait dans le plan antiprincipal; de la sorte, sur l'épreuve, un temps de 0,001 seconde correspond à 63 mm environ. Les plaques employées sont des Lumière Σ, d'une émulsion particulièrement sensible et régulière, que M. Chevrier a bien voulu nous procurer, les plaques Σ du commerce n'ayant pas encore une sensibilité suffisante.

Pour éviter la superposition des images successives, la plaque est portée par un pied à crémaillère, qu'on élève à la main d'une manière continue pendant toute l'expérience. De la sorte, on obtient sur chaque plaque un grand nombre d'impressions, qui permettent de constater la régularité du phénomène. Ces images sont d'ailleurs extrêmement faibles, mais suffisantes cependant pour permettre des mesures convenables.

Nous n'avons eu d'impression qu'en plaçant l'étincelle obliquement, de manière à présenter au miroir, sous le plus grand diamètre apparent possible, soit la gaine cathodique, soit le point lumineux anodique, qui se forment entre deux pointes mousses. Le corps même de l'étincelle n'a jamais donné d'impression visible.

Les résultats ont été les mêmes dans toutes les conditions, en opérant sur un quelconque des pôles, avec des pointes mousses en fer, en aluminium ou en magnésium; il est donc assez probable que les particularités observées correspondent bien à des particularités de la décharge.

Dans ces conditions, tous les clichés montrent un début brusque de la décharge qui reste relativement forte pendant 0,00025 seconde, puis elle continue beaucoup plus faible, pour se terminer asymptotiquement au bout de 0,0008 seconde environ.

Ce temps est notablement plus long que celui qui a été mesuré électriquement (0,0005 seconde), mais il est du même ordre de grandeur. La photographie montre bien d'ailleurs la raison de cette divergence; la décharge n'est, en effet, pas uniforme et l'à-coup brusque du commencement doit évidemment raccourcir le temps calculé au moyen de l'intensité efficace avec l'hypothèse de sa constance pendant la pulsation du courant.

Les résultats précédents correspondent au régime de décharge purement cathodique déjà établi au moyen de la méthode électrique. Avec les tubes mous (de moins de 10 cm d'étincelle équivalente), on observe la même forme de décharge, mais un allongement proportionnel de tous les temps, comme cela a été indiqué dans la note déjà citée.

Les particularités de la décharge que nous venons de décrire pourraient être attribuées aux phénomènes d'ionisation de l'étincelle eux-mêmes, dans lesquels il peut y avoir des retards ou des prolongements de durée. Ce qui nous semble montrer que ces derniers phénomènes jouent un rôle secondaire est l'identité des résultats obtenus dans toutes les conditions. Cependant on peut obtenir, dans certaines circonstances, pour la lumière de l'étincelle, des phénomènes analogues à la phosphorescence. Il suffit pour cela de mettre une bouteille de Leyde en dérivation sur la petite étincelle. Dans ces conditions on a, au début du phénomène, une décharge disruptive extrêmement brillante correspondant aux oscillations propres de la bouteille. Avec la vitesse de rotation employée, il n'y a aucune trace d'étalement de cette décharge. Une impression faible se continue ensuite avec le même aspect que dans le cas précédent, quoique l'intensité soit assez notablement plus forte. La durée du phénomène photographié est environ double de ce qu'elle est dans l'expérience précédente. Des phénomènes analogues se passent peut-être dans ce dernier cas, mais, l'énergie des phénomènes étant beaucoup moindre, les prolongations d'effet sont probablement moindres aussi; en somme, les chiffres obtenus par la méthode photographique sont certainement des limites supérieures des temps de décharge du tube de Crookes, la méthode électrique déjà citée donnant des limites inférieures. Ces deux méthodes sont d'ailleurs sensiblement d'accord et permettent d'affirmer l'existence d'un temps de décharge caractéristique de l'état d'un tube, conformément aux résultats de la méthode électrique déjà citée.

Sur un procédé pour la mesure de la quantité totale de rayons X émis dans un temps donné. — Note de M. Gaiffe, présentée par M. d'Arsonval. — On s'est servi jusqu'ici en radiothérapie, pour évaluer approximativement la quantité totale de rayons X ayant frappé un patient dans un temps déterminé, de pastilles de composition variable soumises à l'action des rayons en même temps que le patient et dont la teinte change sous l'effet de ces rayons; d'autre part, ayant dressé des échelles de teintes types dont chaque échelon correspond à un certain nombre d'unités arbitraires de quantité de rayons X dénommées unités H, on comparait la teinte des pastilles avec l'échelle de teintes et l'on en concluait le nombre d'unités reçues.

Ces appareils avaient de nombreux inconvénients :

1° La comparaison des teintes obtenues avec les teintes étalons est très difficile et ne peut être faite à la lumière artificielle.

2° Les produits constituant les pastilles reprennent rapidement leur teinte primitive sous l'action de la lumière du jour, ce qui rend difficile la comparaison avec l'échelle type.

3° Pour examiner les pastilles, il faut les soustraire à l'action des rayons X ; pendant le temps de la lecture, l'action des rayons X est suspendue et même il y a rétrogradation causée par la lumière du jour.

Ces méthodes n'étaient donc ni commodes, ni précises.

Parmi les corps employés pour la composition des pastilles, certains, tels que le platinocyanure de baryum, sont fluorescents sous l'action des rayons X et cette fluorescence est détruite ou diminuée par l'action de ces rayons.

Cette propriété peut être utilisée pour établir, en vue de l'évaluation de la quantité totale des rayons X émise dans un temps donné, un procédé de mesure et des appareils qui font l'objet du présent dispositif.

Ce dispositif consiste en principe à interposer entre la source et une pastille de platinocyanure de baryum, ou autre corps fluorescent destructible par l'action des rayons X, une ou plusieurs caches en matière aradiochroïque de transparence inégale aux rayons X. La région de la pastille non protégée sera altérée rapidement et les parties protégées par les caches le seront plus ou moins et après un temps plus ou moins long, suivant la transparence de ces caches.

Par suite, la région non protégée deviendra rapidement obscure, ou moins éclairée, tandis que les régions protégées, ayant reçu une quantité de rayons moindres, seront moins altérées et seront restées plus semblables à ce qu'elles étaient au début.

Il en résulte que, si l'on observe la pastille à un moment donné, on constate qu'au point de vue de l'éclat certaines des régions protégées se confondent avec la région non protégée, tandis que d'autres se détachent encore moins lumineuses sur le fond.

Si donc les caches ont des transparences calculées de manière que les régions protégées se confondent comme intensité lumineuse avec la région non protégée, lorsque la pastille a reçu des quantités de rayons X déterminées, on peut évaluer immédiatement la quantité reçue par le patient d'après les aspects de la pastille, à condition que l'on ait observé un rapport déterminé une fois pour toutes entre les distances de la peau du patient et de la pastille à la source de rayons X.

Sur la radioactivité des sources d'eau potable. — Note de MM. Dienert et E. Bouquet, présentée par M. P. Curie. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : N° 812-89.

Administration { N° 704-23. N° 704-44.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 7 mars 1906.

La séance est ouverte à 8h 40m, sous la présidence de M. Bouty, président.

Après la présentation des nouveaux membres, liste des ouvrages offerts, etc., l'ordre du jour appelle la communication de M. Langevin sur les **Recherches récentes sur la décharge disruptive, l'étincelle et l'arc électrique.**

M. Langevin rappelle plusieurs faits démontrés dans ses précédentes communications, notamment que la dissociation corpusculaire se produit spontanément dans les milieux métalliques, ce qui a permis d'expliquer la conductibilité. On a pu comparer le milieu métallique à une éponge à l'intérieur de laquelle se déplacent les corpuscules négatifs; un champ magnétique chassera ces corpuscules dans un sens ou dans un autre, et on aura un courant. Ces corpuscules peuvent sortir sous l'influence de certains agents, en particulier de la lumière ultra-violette ou des rayons de Röntgen, mais il existe un autre moyen de faire sortir ce gaz cathodique, c'est de chauffer le conducteur (effet Edison). On verra que ce phénomène joue un rôle essentiel dans la théorie de l'arc.

On ne peut encore faire qu'une théorie qualitative des décharges disruptives qui est la suivante : Sur une électrode viennent frapper les centres positifs disponibles dans le gaz. Ces projectiles arrivant sur l'électrode faciliteront la sortie des corpuscules négatifs qui ne s'en échappent pas en temps ordinaire ; on aura donc une source continue de particules négatives qui, à leur tour, dissocieront les molécules neutres dans la masse du gaz. Ce double mécanisme varie suivant que l'électrode est froide (étincelle) ou chaude (arc); dans ce dernier cas, l'effet Edison apparait et devient très intense.

Si l'on examine de plus près ces deux phénomènes, on voit que le nœud de la question est dans la cathode, d'abord dans l'étincelle ; on rend ce fait évident en faisant jaillir la décharge dans un gaz un peu raréfié, on aperçoit alors une gaine autour de la cathode et on démontre facilement que l'étendue de cette gaine dépend seulement de la densité de courant.

Si on a une forte densité de courant sur la cathode et si on l'augmente de plus en plus, cette dernière devient incandescente et on a l'arc; on montre que l'arc ne peut s'établir que si la cathode est incandescente; ce fait explique bien que l'arc est dû à l'effet Edison.

M. le Président remercie M. Langevin de son interessante communication et donne la parole à M. Guéry sur **l'Utilité et les moyens d'éviter les harmoniques dans les appareils à courants alternatifs.**

M. Guéry rappelle que la recherche des moyens propres à accroître la sécurité des courants alternatifs a fait l'objet des travaux de la première section. M. Guéry divise son étude en plusieurs parties; il analyse d'abord les causes des harmoniques qui proviennent en général de ce que le flux embrassé par l'induit ne varie pas d'une façon sinusoïdale avec le temps; il montre par exemple l'effet des dents qui introduisent les harmoniques de denture, de tous les plus gênants. Passant ensuite à l'effet des harmoniques, M. Guéry étudie l'effet dans le cas d'un alternateur en charge, ensuite avec des moteurs asynchrones, etc.

La séance est levée à 11h 15m. A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Die Preisstellung beim Verkaufe Elektrischer Energie (ÉTABLISSEMENT DU PRIX DE VENTE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE), par G. SIEGEL. — *J. Springer*, éditeur, Berlin, 1906. — Format : 22 × 14 cm ; 192 pages. — Prix : 5 fr.

Comme nous le disions récemment, ces questions, bien que n'étant pas ou précisément parce qu'elles ne sont pas d'ordre électrique, méritent de la part des électriciens une attention toute particulière et, par suite, une mention spéciale dans nos colonnes. Si quelque chose, en effet, a pu et peut encore faire du tort au développement rationnel de l'électricité, cette nouvelle mais grande branche de l'industrie actuelle, ce sont précisément les erreurs comptables et les mécomptes industriels dont nombre d'affaires électriques ont été victimes. Dans leur désir de bien faire, peut-être, mais assurément de faire leur affaire, bien des électriciens, ingénieurs ou non, peu initiés aux conditions économiques, comptables et financières d'une exploitation quelconque, ont dû, après de plus ou moins longues et heureuses tentatives honnêtes, se livrer, pieds et poings liés, à des aigrefins sans autre souci que leur propre intérêt et qui, en perdant les capitaux à eux confiés et les affaires dont ils s'étaient retirés à temps *au profit* des autres, discréditaient, du même coup, des affaires analogues qui, elles-mêmes mieux menées, auraient pu subsister là où leurs devancières avaient sombré.

Nous aurions, en conséquence, tout intérêt à suivre les travaux publiés à l'étranger dans le même ordre d'idées, à la condition toutefois de ne pas nous laisser aller à une assimilation trop facile des conditions économiques des divers pays qui peuvent être et sont souvent très différentes de celles existant chez nous. Nous ne pouvons malheureusement pas espérer de notre ignorance des langues étrangères qu'il soit tiré par nous un utile parti de cette Thèse de doctorat à l'École grand-ducale des hautes études techniques de Darmstadt. E. BOISTEL.

Elektrotechnische Messkunde (MÉTHODES DE MESURES ÉLECTROTECHNIQUES), par A. LINKER. — *J. Springer*, éditeur, Berlin, 1906. — Format : 22 × 14 cm; 442 pages. — Prix : 12,50 fr.

Si les étudiants allemands n'ont pas sous la main tous les éléments de travail et de manipulations nécessaires à leur instruction, ce n'est vraiment pas la faute de ceux auxquels est dévolu, dans leurs diverses, nombreuses et bien dotées universités, le soin de les former. Il n'est guère de mois, pour ne pas dire de quinzaine, où nous ne soyons appelé à signaler l'apparition d'un de ces ouvrages de fond dont nous voudrions voir nos savants enrichir aussi nos bibliothèques. Malheureusement, soit que, maîtres et élèves, on travaille moins chez nous qu'en Allemagne, soit que nos éditeurs soient moins larges que les éditeurs d'Outre-Rhin et attirent ainsi moins à eux les offres de ceux qui pourraient utilement et avantageusement écrire, nous sommes plutôt envahis par la médiocrité que par l'autorité réellement qualifiée pour enseigner.

Est-ce à dire que tout ce qui paraît chez nos voisins soit indemne des reproches (notamment d'anti-homogénéité) que nous devons trop souvent adresser, et pour cause, à nos écrivains? Non et le présent ouvrage n'est pas exempt de ces défaillances; mais enfin on a plus de choix chez eux que chez nous et, s'il y a plus à critiquer, ce qui est possible, il y a aussi plus à approuver et à apprendre, fût-ce même en corrigeant.

A côté des démonstrations scientifiques, parfois un peu ardues, qu'entraîne l'exposé de certaines méthodes de mesures, l'auteur a eu soin de donner des explications et de grouper des exemples pratiques empruntés à la mécanique et à l'hydraulique et qui facilitent l'intelligence de ces conceptions moins matérielles en apparence ou donnent au moins une idée des phénomènes mesurés ou mis en œuvre pour une mesure. D'autre part les Index bibliographiques annexés, presque de fondation désormais, à tous ces ouvrages leur donnent une très grande valeur intrinsèque en ce qu'ils permettent à l'étudiant, désireux d'approfondir tel point plus particulier, de se reporter aux sources et d'y puiser avec toute l'abondance qu'elles comportent les développements qui lui sont nécessaires.

Nous ne pouvons qu'espérer retrouver un jour, dans des œuvres publiées chez nous, la quintessence de ces multiples travaux particuliers et nous faisons des vœux pour la plus prompte réalisation possible de nos modestes désirs. E. BOISTEL.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

350 211. — **Rivaux**. — *Pile primaire à liquide libre* (6 octobre 1904).

356 480. — **Knoll**. — *Dispositif pour faire varier la hauteur à laquelle se trouve fixé le pavillon de transmetteurs téléphoniques* (31 juillet 1905).

356 548. — **Shoemaker**. — *Appareil récepteur pour la télégraphie sans fil* (31 juillet 1905).

356 620. — **Société Clark Electrical C°**. — *Appareil télégraphique et signaleur sans fil à fonctionnement automatique* (3 août 1905).

356 442. — **Basset**. — *Générateur thermo-chimique d'électricité* (27 juillet 1905).

356 485. — **Lehmann**. — *Dispositif de commutation pour moteurs à courant alternatif simple à collecteur avec balais court-circuités* (21 juillet 1905).

356 487. — **Potter**. — *Bocaux pour piles Leclanché* (21 juillet 1905).

356 625. — **Leitner**. — *Perfectionnements dans la construction des machines dynamo* (3 août 1905).

356 484. — **Aubry**. — *Perfectionnements aux électrodes en charbon et autres* (18 juillet 1905).

356 514. — **Société l'Éclairage électrique**. — *Dispositif d'asservissement de projecteur électrique* (28 juillet 1905).

356 535. — **Bardon**. — *Transformateur à dispersion pour courant alternatif* (29 juillet 1905).

356 483. — **Aubry**. — *Perfectionnements aux fours électriques* (18 juillet 1905).

356 489. — **Revel**. — *Générateur de vapeur à chauffage électrique, à reglage automatique* (25 juillet 1905).

356 630. — **Kotyra**. — *Dispositif de contrôle automatique de l'entraînement du papier pour la télégraphie* (20 mars 1905).

356 692. — **Lorenz**. — *Appareils téléphoniques pour personnes dures d'oreilles* (4 août 1905).

356 820. — **Degens**. — *Dispositif pour télégraphie imprimante multipte effectuée par intervalles* (12 août 1905).

356 718. — **Société Allmanna Svenska Elektriska Aktiebogade**. — *Alternateur à collecteur* (7 août 1905).

356 780. — **Javaux**. — *Machines dynamo-électriques à tension constante pour une vitesse variable* (9 août 1905).

356 629. — **Guénée**. — *Nouveau transport électrique d'effort* (28 janvier 1905).

356 701. — **Féry**. — *Galvanomètre thermique* (5 août 1905).

356 783. — **Pieper et l'Hoest**. — *Accouplement pour câbles exposés à se rompre* (9 août 1905).

356 807. — **Granoux et Cie**. — *Bouchon de prise de courant électrique à broches* (16 août 1905).

356 808. — **Granoux et Cie**. — *Mécanisme pour interrupteur de courant électrique à bouton poussoir* (16 août 1905).

356 811. — **Cance et fils et Cie**. — *Système de commande électrique, notamment applicable à la manœuvre des stores* (11 août 1905).

356 819. — **Société anonyme Matthey et Cie**. — *Matière isolante d'électricité et procédé de fabrication de la dite* (11 août 1905).

356 825. — **Ganz et Cie**. — *Procédé et dispositif pour extraire les métaux des minerais et autres matières métallifères, par dissolution et électrolyse* (11 août 1905).

356 837. — **Dunbar**. — *Système de poste central téléphonique* (30 mai 1905).

356 900. — **Eisensten**. — *Dispositif d'émission pour télégraphie sans fil* (12 août 1905).

356 923. — **Firme Schuchhardt**. — *Dispositif de commutation pour bureaux téléphoniques avec batterie centrale pour les microphones et pour l'appel, etc., avec jacks à deux parties en parallèle* (12 août 1905).

357 009. — **Carbonnelle**. — *Appareil de transmission et de réception téléphoto-électrographique* (17 août 1905).

356 867. — **Dinin et Schoop**. — *Accumulateur électrique* (4 août 1905).

356 875. — **Wedeking**. — *Élément galvanique* (7 août 1905).

356 950. — **Roloff**. — *Méthode pour augmenter la capacité des accumulateurs électriques* (16 août 1905).

356 853. — **Carlstedt**. — *Vibrateur électro-magnétique* (20 juillet 1905).

356 873. — **Maison Breguet**. — *Dispositif pour rendre mécaniquement indépendants des alternateurs synchrones alimentant un réseau, là où les excitatrices transforment les courants alternatifs en courant continu propre à exciter les alternateurs synchrones* (7 août 1905).

357 004. — **Ginders**. — *Connexion de sûreté pour conducteurs aériens* (17 août 1905).

356 862. — **Lienard**. — *Procédé et appareil perfectionnés d'électrolyse* (5 août 1905).

350 274. — **Schneider et Cie**. — *Collecteur de dynamo* (29 octobre 1904).

350 275. — **Schneider et Cie**. — *Dispositif refroidisseur des collecteurs de dynamo* (29 octobre 1904).

350 263. — **Gabet**. — *Dispositif de commande à distance, par ondes lumineuses ou électriquss* (26 octobre 1904).

350 267. — **Trevenin et Henrique**. — *Trembleur pour bobines d'induction* (26 octobre 1904).

357 032. — **Société industrielle des téléphones**. — *Système téléphonique à énergie centrale* (5 juillet 1905).

357 087. — **Schneider**. — *Récepteur des ondes électriques* (21 août 1905).

357 135. — **Harrison**. — *Station de réception pour signaux télégraphique sans fil* (23 août 1905).

357 189. — **Hildebrand**. — *Appareil automatique pour installations téléphoniques* (25 août 1905).

357 035. — **Société ateliers Thomson-Houston**. — *Alternateur à fréquence variable* (13 juillet 1905).

357 112. — **Herman**. — *Aimant pour appareils de mesure électriques* (22 août 1905).

357 155. — **Société consolidated railway electric lighting and Equipement C°**. — *Perfectionnements aux régulateurs automatiques pour courants électriques* (24 août 1905).

357 177. — **C. Olivetti et Cie**. — *Perfectionnements dans les transformateurs de mesure* (24 août 1905).

357 127. — **W. Canning et Cie**. — *Appareil pour agiter les solutions employées pour le dépôt électrique des métaux* (22 août 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie générale de radiogrammes et d'applications électriques. — Cette Société a été constituée le 6 février 1906. Elle a pour objet : l'application de la radioconduction et de l'électricité à tous les usages industriels, commerciaux, médicaux ou autres, notamment à la télégraphie, avec ou sans fil, tant en France qu'à l'étranger, à l'exception de la Turquie d'Europe et d'Asie, la Grèce, la Roumanie, la Bulgarie, la Serbie, le Monténégro et l'Égypte.

La prise, l'acquisition et l'exploitation de tous postes et réseaux électriques, télégraphiques, téléphoniques et de toutes autres applications ou exploitations où l'électricité et la radioconduction peuvent trouver un emploi.

L'acquisition, la création, la construction, la location, l'appropriation de tous immeubles, pour leur utilisation aux objets ci-dessus définis;

La cession à des États ou à des tiers, ou l'apport en Société des licences ou de la propriété des brevets pour l'exploitation directe de ces licences et brevets;

La fabrication, l'achat, la vente et la location de tous instruments, machines, appareils, matériel et objets quelconques destinés aux exploitations dont il s'agit;

Et généralement tous achats et ventes et toutes opérations commerciales, industrielles, financières et même immobilières, se rapportant directement ou indirectement aux objets dont il s'agit, ou pouvant s'y rattacher, ainsi que la participation directe ou indirecte de la Société dans lesdites opérations, par voie de création de Sociétés nouvelles, alliances, fusion ou autrement.

Le siège de la Société est établi à Paris, place de la Madeleine, n° 21. Il pourra être transféré ailleurs, par décision du Conseil d'administration.

La durée de la Société est fixée à 50 années, à compter du jour de sa constitution définitive, sauf dissolution anticipée ou prorogation.

Le capital social est fixé à 425 000 fr représentés pour 4250 actions de 100 fr chacune.

Le fondateur apporte à la Société le bénéfice des promesses qu'il s'est assurées en vue de sa formation, et pour lui en transmettre les effets après sa constitution, relativement à : 1° des accords établis en vue de l'obtention de concessions pour l'exploitation de postes de télégraphie sans fil, et pour la fourniture et l'installation de postes de cette nature; 2° des plans, études, projets, devis et marchés de fournitures préparés en vue de l'établissement de postes de télégraphie sans fil et d'applications électriques, soit en France, soit à l'étranger, sauf les États orientaux ci-dessus exceptés; 3° un matériel et outillage destinés à l'établissement et au montage d'appareils de télégraphie sans fil et d'électricité; et divers meubles meublants et objets mobiliers de bureau, le tout se trouvant à Paris, place de la Madeleine, n° 21; 4° 200 actions de 100 fr chacune, entièrement libérées de la *Compagnie orientale de radiogrammes et d'applications électriques*, Société anonyme au capital de 100 000 fr, ayant son siège à Paris, 21, place de la Madeleine.

En rémunération et pour prix de ses apports il est attribué à l'apportant : pour lui et son groupe de coparticipation 1150 actions de 100 fr chacune entièrement libérées, sur les 4250 composant le capital; et pour lui personnellement, à titre de fondateur, et en rémunération de ses peines et soins pour la constitution et l'organisation de la Société, une part des bénéfices sociaux déterminés plus loin.

La Société est administrée par un Conseil composé de trois membres au moins et de neuf membres au plus. Le premier Conseil nommé par l'Assemblée constitutive restera en fonctions jusqu'à l'Assemblée générale qui se réunira en 1911, laquelle renouvellera le Conseil en entier. A partir de cette époque le Conseil se renouvelle à l'Assemblée annuelle suivant le nombre des membres le composant, et en alternant, s'il y a lieu, de façon que le renouvellement soit aussi régulier que possible et complet dans chaque période de six ans.

Le Conseil d'administration est investi des pouvoirs les plus étendus pour l'administration de toutes les affaires de la Société.

Il est nommé chaque année, en Assemblée générale, un ou plusieurs commissaires, associés ou non, chargés de remplir la mission prescrite par les articles 32 et 33 de la loi du 24 juillet 1867.

L'année sociale commence le 1er avril et finit le 31 mars. Le premier exercice comprendra le temps écoulé depuis la constitution de la Société jusqu'au 31 mars 1907.

Les produits nets, déduction faite de toutes les charges, constituent les bénéfices. Sur ces bénéfices nets annuels il est prélevé : 1° un vingtième affecté au fonds de réserve légale; 2° la somme nécessaire pour fournir aux actions, à titre de premier dividende, 5 pour 100 des sommes dont elles sont libérées; 3° la somme nécessaire pour fournir à l'ensemble des parts de fondateur un chiffre égal à la moitié de ce qui pourra être réparti à l'ensemble des actions à titre de premier dividende de 5 pour 100, sans que, si les bénéfices d'une année ne permettaient pas ce paiement, les porteurs de ces parts puissent réclamer cette somme sur les années subséquentes.

Après ces prélèvements, il est attribué 10 pour 100 du reliquat au Conseil d'administration.

Enfin, sauf sur la portion que l'Assemblée générale pourra sur la proposition du Conseil d'administration, affecter à la formation de réserves spéciales, fonds d'amortissement et fonds de prévoyance et autres, dont elle déterminera l'emploi et la destination, sans que toutefois ces attributions puissent dépasser 30 pour 100 des bénéfices nets, le surplus des bénéfices reviendra : 60 pour 100 aux actionnaires et 30 pour 100 aux 4250 parts de fondateur.

La portion de bénéfices ainsi attribuée aux parts de fondateur restera la même quelles que soient l'importance du capital et la durée de la Société. Les 4250 parts de fondateur sont représentées par des titres dont la forme et le mode de transmission seront déterminés par le Conseil d'administration.

Le Conseil d'administration est composé de MM. Victor Popp, ingénieur, demeurant à Paris, place de la Madeleine, n° 21; Alphonse Dépinay, ancien notaire, demeurant à Paris, rue Miromesnil, n° 81; Émile Monniot, ingénieur, demeurant à Paris, avenue Daumesnil, n° 36; Louis Pinault, industriel, demeurant à Saint-Cyr-sur-Loire, castel de Montecla; Louis Renard, industriel, demeurant à Blois, rue des Jacobins, n° 1; Maurice Loire, capitaine de frégate de réserve, demeurant à Paris, avenue de Wagram, n° 50; et Henri Popp, ingénieur, demeurant à Paris, rue Jouffroy, n° 93.

M. Gabriel de Villemandy, avocat, a été choisi pour remplir les fonctions de commissaire, et M. Alphonse Leclerc a été nommé commissaire-adjoint.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

57152 — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 343. 10 Avril 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Le régime futur de l'électricité à Paris. — A la suite de l'ouverture d'offres décidée par la Ville de Paris en vue de l'exploitation du régime futur de l'électricité, dont nous avons signalé les dispositions dans notre numéro du 25 janvier dernier, l'administration préfectorale a reçu douze projets.

Deux de ces projets sont complets au point de vue technique comme au point de vue financier; mais ils ne donnent pas de solution pour la période transitoire qu'il y aurait intérêt à confier à une exploitation unique, au lieu d'obliger la Ville à traiter directement avec les secteurs.

En résumé, l'appel publié en vertu de la délibération du 27 décembre dernier n'a pas provoqué de projets offrant à la Ville ou aux consommateurs, abstraction faite de la période transitoire, des avantages supérieurs à ceux qui déjà leur avaient été offerts.

Le préfet propose au conseil municipal l'acceptation du projet Schneider-Mildé, « dans lequel le passage de la période transitoire à la période définitive est solutionné, sans risque pour la Ville, en même temps que les intérêts de la Ville et ceux des consommateurs sont bien sauvegardés.

Transport d'énergie à haute tension et à courant continu. — La *Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique*, de Genève, procède en ce moment, dans son usine de Sécheron et en présence d'électriciens suisses, français et anglais, à des expériences du plus haut intérêt sur les courants continus à très haute tension. Ces expériences, qui tendent à démontrer la possibilité d'utiliser, avec le système de transport de son ingénieur en chef, M. E. Thury, des tensions deux ou trois fois plus élevées avec le courant continu qu'avec le courant alternatif, auront certainement un grand retentissement.

Elles permettent, en effet, d'envisager désormais le transport économique de la force motrice à des distances considérables et surtout, ce qui est très important, le transport à haute tension par câbles souterrains, sans avoir à craindre les graves inconvénients que présente l'emploi du courant alternatif dans ce cas particulier.

C'est la première fois qu'il est possible d'observer les effets du courant continu à des tensions pouvant atteindre jusqu'à 100 000 v entre ligne et terre, ce qui représente en réalité, pour un transport d'énergie une tension de 200 000 v entre fils. Les plus hautes tensions utilisées jusqu'ici, avec le courant alternatif, ne dépassent pas 60 000 v et encore cette tension est-elle considérée par beaucoup d'électriciens comme exagérée dans la pratique. C'est là une nouveauté sensationnelle pour tout le monde scientifique que nous suivrons avec intérêt.

Société d'Agriculture, Sciences et Industries de Lyon. — La section *Génie civil* de cette Société a décidé d'organiser pour juillet-août 1906 un Concours et une Exposition des diverses applications du moteur électrique aux machines de l'atelier familial et aux usages domestiques.

Dans ces applications sont compris, *à titre indicatif et non limitatif* : l'emploi des électro-moteurs à la commande des machines à coudre, à broder, à tricoter; l'adaptation des petits moteurs aux petits ventilateurs d'appartement, aux transporteurs, aux nouvelles machines de nettoyage par le vide des tapis, tentures, boiseries, etc.; l'attelage des petits moteurs électriques aux tours d'horlogerie, aux scies à découper, aux hachoirs, tournebroches, machines à cirer les parquets et les chaussures, etc., etc.

Le Concours est limité aux applications des petits moteurs électriques dont la puissance est inférieure à un cheval (750 watts).

Les constructeurs et inventeurs qui désirent prendre part à ce Concours et ont l'intention de faire figurer leurs machines ou appareils à l'Exposition qu'il comportera, doivent se faire inscrire au siège de la Société (30, quai Saint-Antoine, Lyon), avant le 1er mai 1906.

L'Exposition publique des machines et appareils soumis au Concours s'ouvrira le 1er juillet. — En conséquence, les concurrents devront prendre leurs dispositions pour faire parvenir avant le 15 juin, à la Société, les objets qu'ils désirent exposer.

Les opérations du jury commenceront le 1er juillet pour se terminer le 15 du même mois par la distribution des récompenses. L'Exposition, ouverte le 1er juillet, sera close le 15 août. Elle pourra être ainsi visitée par les membres du Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, qui tiendra cette année sa session à Lyon, au commencement du mois d'août.

Essais d'épuration des eaux potables. — Par une délibération du 28 décembre 1904, le Conseil municipal de Paris a autorisé l'Administration à ouvrir un concours pour l'invention des meilleurs procédés de purification des eaux potables.

Conformément à cette délibération, le programme de ce concours, arrêté par la Commission scientifique d'étude et de surveillance des eaux d'alimentation et de l'assainissement a été publié le 10 mars 1905, et une Commission a été instituée à l'effet d'examiner les divers systèmes qui pourraient être présentés.

Vingt et un projets ont été déposés par divers concurrents et soumis à la Commission spéciale qui, dans sa séance du 30 juin 1905, a chargé une Sous-commission de procéder à leur examen détaillé et d'arrêter la liste de ceux qui méritaient d'être expérimentés.

Cette Sous-commission a entendu tous les concurrents, a discuté avec eux les conditions des essais ainsi que le coût des installations et a proposé à la Commission de retenir pour les essais neuf projets.

Mais la Commission a décidé, dans sa séance du 19 décembre 1905, de ne retenir pour le moment que les six procédés de stérilisation des eaux par l'ozone qui seraient expérimentés à l'usine municipale de Saint-Maur et d'ajourner trois procédés d'épuration chimique dont l'expérimentation aurait lieu postérieurement.

Sur la proposition de M. Ernest Moreau, le Conseil municipal a adopté, le 20 mars 1906, la délibération suivante :

Il y a lieu d'autoriser, dans la limite d'une somme de 85 000 fr, les diverses dépenses à la charge de la ville de Paris pour l'installation et le fonctionnement à l'usine de Saint-Maur des appareils présentés par les concurrents pour les essais des systèmes d'épuration des eaux potables, retenus par la Commission ainsi que les primes à allouer aux concurrents, ladite somme ainsi répartie :

I. Part de la Ville dans les dépenses :

1° D'installation, 42 000 fr, ainsi répartie : Société d'épuration des eaux (brevet Desrumeaux) 2400 fr ; Léo Gérard, 10 200 fr; Société industrielle de l'ozone (procédé Marmier et Abraham), 19 000 fr; Société de stérilisation des eaux (procédé Otto), 9600 fr; Jean et Cie, 1200 fr; total 42 000 fr.

2° De fonctionnement des appareils pendant trois mois, ainsi que de fonctionnement, s'il y a lieu, de l'appareil de la Société Samudor, actuellement installé à l'usine de Saint-Maur, 15 600 fr.

3° De construction d'une cuve de 200 m³ et des conduites et pompes pour distribuer l'eau à stériliser, 12 000 fr.

II. Primes à allouer aux concurrents, 6000 fr.

III. Dépenses du laboratoire de Montsouris et frais divers, 9000 fr.

Total, 85 000 fr.

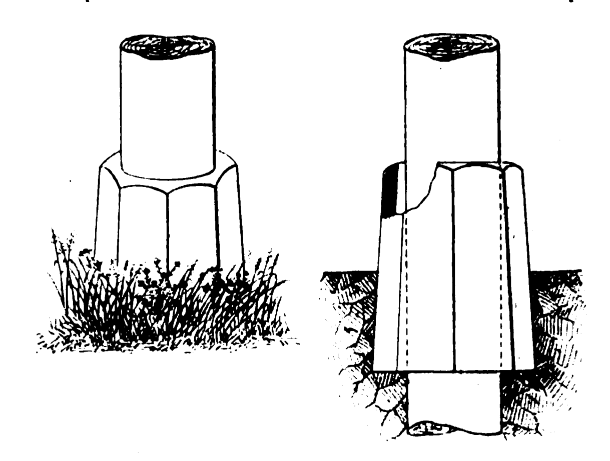
Trois autres procédés ont été ajournés, mais acceptés par la Commission. Ces procédés seront expérimentés aussitôt le concours des procédés par l'ozone terminé.

Ce deuxième concours comprendra : 1° le procédé Kurka; 2° le procédé Beutner et Werner; 3° le procédé de la Société d'assainissement des eaux (procédé Howatson).

De la conservation des poteaux en bois. — M. E. Lowit, directeur d'exploitation d'usines électriques, fournit sur la question, dans l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* du 11 mars, quelques renseignements intéressants.

Il est reconnu que les poteaux en bois ainsi que des pieux sont en premier lieu détériorés à l'endroit où ils sont à la fois exposé à l'influence du sol et à celle de l'air, c'est-à-dire à l'endroit où ils sortent de terre, et que l'on est souvent obligé de remplacer un poteau dont le bois est sain aussi bien au-dessus qu'au-dessous de cette place.

On a proposé une quantité de moyens pour éviter cet inconvénient, c'est-à-dire éviter que le bois ne pourrisse, afin d'augmenter la durée du poteau. Aucun de ces moyens n'a réussi, la preuve en est que l'on en revient toujours aux anciens procédés de carbonisation du bois ou bien à la peinture au carbolineum. Ces procédés améliorent les qualités du bois, mais la durée n'est guère augmentée que de 10 pour 100.



Comme directeur d'exploitation de diverses usines, M. Löwit s'est trouvé souvent dans le cas de faire remplacer des poteaux plantés depuis moins de 3 ans, afin que ceux-ci, en cas d'orage ou de chute de neige, ne cassent pas. Il a donc cherché un moyen simple, économique et efficace, et après plusieurs essais a adopté la méthode suivante, et constaté que là où auparavant des poteaux duraient moins de 3 ans, les poteaux munis du dispositif indiqué ci-dessous ne présentaient aucune trace de pourriture au bout de 3 ans.

Le socle est constitué par deux sortes de gouttières en béton, qui sont placées autour du poteau quand le trou a été

rempli jusqu'à une hauteur de 30 cm au-dessous du sol; après avoir entouré le poteau de ces gouttières, on achève le remplissage et on dame soigneusement. On rempli ensuite l'espace vide entre le bois et les gouttières au moyen de ciment, et on donne à la partie supérieure de ce ciment une inclinaison telle que la pluie ne puisse pénétrer.

Ce système a en outre l'avantage de pouvoir être appliqué à des poteaux déjà mis en place.

L'électricité dans l'Inde. — Le Gouvernement de l'Inde s'est, depuis un certain temps, attaché, dans un esprit de large politique, à tirer parti des ressources inexploitées de l'immense et riche région sur laquelle s'exerce sa souveraineté, et ses fonctionnaires ont pris eux-mêmes à cœur la réalisation du bien-être futur et de l'instruction des indigènes. Entre autres louables projets favorisés par le Gouvernement figure la mission donnée à un certain nombre de ses ingénieurs royaux les plus distingués d'étudier et de monter des ateliers susceptibles d'aider au progrès des industries locales et au développement du commerce du pays.

La première conception importante de génération et de distribution d'énergie électrique a été celle de l'installation de Cauvery, située dans l'État de Mysore (Inde méridionale). Commencés en 1900, les travaux y afférents ont été complétés, pour la partie initialement prévue, après bien des difficultés, en juin 1902. Depuis environ un an une seconde installation, extension du projet primitif et comportant une puissance génératrice de 3610 kw, a été réalisée. La puissance utilisable de l'ensemble a été ainsi portée à 7020 kw, ce qui constitue la plus importante station hydraulico-électrique fonctionnant actuellement dans l'Asie méridionale, sinon sur tout le Continent.

Tout l'honneur en revient, aussi bien pour le passé que pour la nouvelle installation dont il est question ci-après, à un de nos anciens compatriotes, le major de Lotbinière, qui a puisé dans son pays d'adoption l'esprit d'expansion au loin qui nous manque.

La nouvelle installation actuellement entreprise après celle de Cauvery est celle de Jhelum, sur la rivière de ce nom, dans la province de Kashmir, au nord-ouest de l'Inde. Ce nouveau centre doit être créé près de Rampur, à 80 km environ au-dessous de Srinager, où une conduite de 10 km permettra de réaliser une chute d'eau utilisable de près de 120 m. L'étude actuelle comporte l'établissement d'une puissance de 20000 chevaux ou 15000 poncelets.

On compte appliquer cette installation à actionner électriquement la section Kashmir du chemin de fer de la vallée du Jhelum sur toute sa longueur de 290 km. Le système prévu pour la traction est le courant alternatif simple. L'application la plus importante de l'installation sera probablement, au début, la mise en action de dragues destinées à approfondir le Jhelum dans cette vallée de Kashmir pour diminuer les inondations qui, en l'état actuel, dévastent périodiquement le pays tout entier. La plan en question permettra en même temps de récupérer une très grande étendue de terres et d'emmagasiner, dans le lac Wular, au-dessus de la station génératrice, l'eau disponible pour l'irrigation du Punjab. Cette usine trouvera encore une importante application dans l'alimentation de la grande manufacture de soie de Srinager, ainsi que dans la fourniture du courant nécessaire aux réchauffeurs électriques d'eau de ladite usine. Enfin l'énergie électrique produite desservira d'autres industries et sera employée à l'éclairage de Srinager et d'Abbottabad, Murree et Rawalpindi, villes florissantes de la Province anglaise de Hazara, située à l'ouest de Kashmir.

A la suite de l'étude préliminaire et préparatoire, au double point de vue technique et administratif, de ce vaste projet, le major de Lotbinière a été chargé de visiter tous les grands ateliers de construction d'Europe et d'Amérique, et, sur ses propositions, l'exécution de tout l'équipement hydraulique et électrique en a été confié à des maisons américaines, en tête desquelles figure, pour toute la partie hydraulique, du bassin de retenue au canal de fuite, l'Abner Doble Company, de San-Francisco. Tout le matériel arrivera par le port de Krachi (Inde).

Les canalisations d'eau seront faites partie en maçonnerie ou en bois, à l'air libre, partie, sous pression, en tuyaux d'acier rivés. La section permettra un débit de 17 m^3 par seconde.

Douze unités principales à courant alternatif et trois excitatrices ont été prévues pour l'équipement de l'usine. Chaque unité principale comportera une turbine hydraulique tangentielle Doble à régulateur automatique de pression d'huile, fournissant, au frein, sur l'arbre, 1325 poncelets sous une chute effective de 120 m. Chaque turbine sera directement attelée sur un alternateur de 1000 kw, l'ensemble tournant à la vitesse angulaire de 500 tours par minute. Chaque excitatrice sera actionnée par une turbine du même type que les précédentes, mais de 215 poncelets seulement, au frein, sous la chute effective de 120 m de hauteur, leur vitesse angulaire étant la même que précédemment.

Tous les détails d'exécution, de construction et de montage ont été étudiés et spécifiés avec une minutieuse précision, laissant à l'aléa la moindre part possible en ces pays d'accès difficile. Pour en donner une idée, aucune pièce de l'installation ne devra peser, emballée, plus de quatre tonnes, en raison du transport sur route inévitable, sur 320 km, en pays montagneux avec une différence d'altitude de 2400 m. Les transports dans cette région du pays se font exclusivement à l'aide de bœufs et un total de cinq tonnes, chariot compris, est la masse maximum que puisse traîner un attelage en montagne.

Quand notre pays pourra-t-il, moralement et matériellement, doter ainsi, pour sa richesse et pour la leur, ses belles colonies ? E. B.

La culture des arbres à caoutchouc. — Cette culture fait de grands progrès à Ceylan et dans la république de Liberia. La compagnie *Rubber estates of Ceylan* a planté d'arbres à caoutchouc une superficie de 500 hectares et l'année prochaine environ 1300 hectares seront en exploitation. Ces plantations comportent à peu près 5 arbres par are (200 arbres par acre) et chaque arbre donne environ 0,45 kg (une livre) de gomme. Les frais d'exploitation se sont élevés à peu près à 2,67 fr par kg. Pour un prix de vente d'environ 10 fr par kg, le bénéfice net est d'environ 140 fr par are. La compagnie *Liberian Rubber Corporation* exploite une étendue d'environ 1130 hectares. L'exploitation actuelle permet une récolte annuelle d'environ 500 tonnes de caoutchouc. Dans six ans on espère avoir 2,5 millions d'arbres et pour le prix de vente de 11 fr par kg qu'atteint le caoutchouc africain, on pense avoir un bénéfice de 1 fr par arbre.

Aux îles Sandwich à Nahika se sont établies également deux Sociétés qui cultivent environ 150 000 arbres sur un terrain d'une surface de 500 hectares. Le caoutchouc importé en Angleterre provient pour la plus grande partie du Brésil et de l'Afrique occidentale. L'importation à Liverpool a monté en 1904 à 20 440 tonnes d'une valeur de 163 millions de fr. L'exportation de caoutchouc de l'Angleterre à ses colonies s'est élevée à 22 millions de francs.

— Voici un petit hors-d'œuvre — et chef-d'œuvre — de mordante ironie que nous cueillons dans la *Revue des sciences* du 15 février dernier. Nous nous ferions un scrupule de ne pas faire connaître à nos lecteurs l'honneur qui vient d'échoir à l'illustre inventeur de la *lumière noire*, la seule qui ne puisse pas émaner d'un projecteur.

« DISTINCTION A UN SAVANT FRANÇAIS. — M. Gustave Le Bon, le polygraphe bien connu, vient d'être élu associé étranger de

'Académie royale de Belgique. Cette distinction tardive ne surprend aucun de ceux qui ont suivi la carrière scientifique de l'habile psychologue. Resté, jusqu'en 1896, complètement étranger aux sciences exactes, il put en aborder l'étude avec un esprit non prévenu et sans être entravé par un savoir qui est souvent un bagage gênant. C'est grâce à cette fraîcheur d'impression, apportée à une étude nouvelle pour lui, qu'il put désigner sous le nom de *lumière noire* l'ensemble des radiations que les physiciens s'étaient bornés à qualifier jusque-là d'infra-rouges. Puis, ayant constaté que le sulfate de quinine est phosphorescent par hydratation, il put, en s'appuyant sur les éclatantes découvertes de M. Becquerel et de M. et Mme Curie, déclarer que la radioactivité est un phénomène absolument général, ce qu'on n'avait pas su voir jusque-là, parce qu'on l'avait toujours cru distinct de la phosphorescence. M. Le Bon eut aussi le mérite de saisir, l'un des premiers, la grande importance de l'expérience par laquelle M. Curie montra la quantité de chaleur dégagée par la décomposition du radium; il n'hésita pas, dès lors, à affirmer que ce corps est doué d'une grande énergie atomique.

Rapprochant, en 1900, la phosphorescence de certains diamants de la facile oxydabilité des amalgames d'aluminium ou de magnésium, il exposa sa théorie de la *variabilité des espèces chimiques*, fondée sur l'idée que les corps en dissolution n'ont pas les mêmes propriétés qu'à l'état isolé. Cette théorie lui valut cette appréciation flatteuse de M. Sageret, le charmant romancier, que M. Le Bon nous fait connaître dans son dernier ouvrage : « Si l'on est juste, on devra donner au « docteur Gustave Le Bon, dans les sciences physiques, la « place que Darwin occupe en histoire naturelle. »

« Malgré ses travaux, dont l'originalité est évidente, M. Le Bon aurait peut-être attendu encore la distinction que vient de lui décerner l'Académie de Bruxelles, s'il n'avait été l'un des premiers, et l'un des rares jusqu'ici, à comprendre la notion désignée sous le nom d'*infra-électricité*, par M. P. de Heen, le distingué professeur de Liége, M. Le Bon se plaint, dans un récent ouvrage, d'avoir été parfois malmené par les physiciens. L'hommage de l'Académie de Belgique vient à point pour l'en consoler. »

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Hauteville (Ain). — *Station centrale.* — Il serait question de fonder dans cette ville une Société dont le but serait d'éclairer la région d'Hauteville à l'électricité et de fournir aussi la force motrice à l'industrie.

Une subvention de 15 000 fr à répartir entre toutes les communes adhérentes serait demandée par la future Société.

Le prix de vente de l'énergie serait à peu près le même que celui appliqué dans plusieurs communes de la région, c'est-à-dire de 0,07 l'hectowatt-heure.

Le Faouët (Morbihan). — *Station centrale.* — Le Conseil municipal de cette ville vient de voter l'installation de l'éclairage électrique. M. Fournier-Leroy, de Quimperlé, a été déclaré adjudicataire de cet éclairage pour une période de trente années.

Marseille. — *Station centrale.* — Il paraîtrait que les deux seules Compagnies concurrentes, jusqu'à ce jour, pour la distribution de l'énergie pour l'éclairage et la force motrice à Marseille, pourront entrer en fonction dans un laps de temps relativement court, et Marseille sera bientôt dotée d'une part importante de cette électricité, dans laquelle l'industrie et le commerce pourront puiser un essor nouveau, si les tarifs le leur permettent.

La Compagnie du gaz a posé la presque totalité de ses canalisations, mais n'a pas encore commencé la construction de son usine électrique. La Compagnie générale d'Électricité paraît en retard, puisqu'elle est à peine au début de la pose de ses câbles, mais elle mène tous ses travaux de front et elle a jeté les fondations d'une usine puissante qui sera la première du genre à Marseille et qui, par cela même, mérite une succincte description.

Cette usine sera située au cap Pinède. On creuse en ce moment le terrain et il n'y a pas moins de 60 000 m^3 de matériaux à enlever. Ses bâtiments auront une longueur de 80 m et une largeur de 70 m. Autour d'eux se trouveront les soutes à charbon. L'usine sera divisée en deux parties : au milieu, les tableaux de distribution et les machines, au nombre de huit, et, tout autour, 24 chaudières. Il y aura une grande cheminée de 60 m de hauteur par groupe de trois chaudières, soit huit au total. Les groupes de machines à vapeur, ou turbo-alternateurs, auront une puissance de 2200 kilowatts chacun et le projet prévoit dix de ces groupes.

L'usine pourra donc avoir une puissance de 22 000 kw. Au début, il ne sera installé que deux groupes et l'usine pourra distribuer 4400 kw dès qu'elle entrera en fonction.

Comment se fera la distribution de l'énergie électrique? La ville a été divisée, dans ce but, en deux zones distinctes. La première comprendra les quartiers du centre, la seconde ceux de la périphérie. Pour ce qui concerne la partie centrale de Marseille, le courant sera transporté par des canalisations spéciales, de l'usine jusqu'à une sous-station de transformation en construction dans la rue Mazagran, avec une autre entrée par le boulevard du Musée, sur l'emplacement même occupé naguère par les Fantaisies-Marseillaises. Cette sous-station principale est prévue pour une distribution de 4400 kw et de là partiront les canalisations devant desservir tout le centre de la ville. Pour alimenter la deuxième zone en énergie électrique, d'autres canalisations principales, indépendantes de celles de la sous-station de la rue Mazagran, partiront de l'usine et feront tout le tour de la ville. Sur elles seront branchés de petits postes transformateurs qui desserviront chacun leur secteur.

Le cap Pinède a été choisi, de préférence à tout autre point de la commune, pour la construction de cette usine, à cause, paraît-il, de la proximité du quai aux charbons et de la gare d'Arenc. L'usine sera raccordée au quai et à la gare par des voies ferrées qui permettront un facile approvisionnement en charbon. D'autre part, le voisinage de la galerie de la mer, nouvellement percée, pourrait mettre en communication directe les mines du bassin houiller des Bouches-du-Rhône avec l'usine.

Nous croyons savoir que des pourparlers sont engagés à ce sujet entre la Compagnie générale d'Électricité et la Société des charbonnages. Un des motifs qui ont, en outre, incité la Compagnie à choisir le bord de la mer pour la construction de son usine, c'est la facilité avec laquelle elle pourra s'alimenter en eau pour la condensation des chaudières. L'usine devra être prête à fonctionner le 1er août prochain au plus tard.

Les travaux relatifs à l'électricité se poursuivent également dans la commune d'Allauch par la construction d'un poste de transformation appartenant à la Compagnie électrique du littoral méditerranéen. Mais ce poste sera affecté uniquement à la transformation de l'énergie électrique que cette Compagnie doit fournir à la Compagnie des tramways et aux usines élévatoires de l'assainissement.



CLASSIFICATION ET THÉORIE GÉNÉRALE

DES

MOTEURS A COURANTS ALTERNATIFS SIMPLES A COLLECTEUR

Les moteurs à courants alternatifs simples à collecteur présentent aujourd'hui un grand caractère d'actualité dû aux importantes applications qu'ils reçoivent à la traction.

Il nous a semblé utile d'en faire une étude d'ensemble et de mettre la question au point pour nos lecteurs, en étudiant ces moteurs méthodiquement et en utilisant les notations uniformes que nous avons systématiquement adoptées.

É. H.

Les moteurs à courants alternatifs simples asynchrones peuvent se diviser en deux groupes, suivant qu'ils comportent ou non un collecteur.

Les *moteurs sans collecteur* sont connus depuis 1888 sous le nom de *moteurs d'induction*, *moteurs à induit fermé* ou *moteurs à cage d'écureuil*. Ces moteurs sont tous hyposynchrones, c'est-à-dire qu'ils tournent à une vitesse angulaire voisine de, mais inférieure à celle qui correspond au synchronisme, et agissent comme générateur à une vitesse angulaire supérieure.

Les *moteurs à collecteur*, dont les électriciens se préoccupent vivement depuis quelques années, peuvent se subdiviser en deux classes : La première comprend les *moteurs d'injection*, dans lesquels l'inducteur et l'induit reçoivent tous deux, directement ou indirectement, par l'intermédiaire d'une transformation, le courant de la source électrique. La seconde comprend les *moteurs d'induction*, dans lesquels l'induit n'est pas relié à la source et n'est traversé que par les courants qui y sont développés par induction. Ils fonctionnent comme moteurs à toutes les vitesses, et normalement à des vitesses supérieures à celle du synchronisme.

Un troisième groupe comprend les *moteurs combinés*, c'est-à-dire des moteurs utilisant le collecteur pendant la période de démarrage, pour améliorer leur couple à faible vitesse angulaire, et fonctionnant en induit fermé pendant la marche normale. Ils sont toujours hyposynchrones.

D'une façon générale, les moteurs *sans collecteur* sont des moteurs asynchrones, mais *quasi-synchrones*, à faible glissement, et ne donnant des vitesses variables qu'en sacrifiant le rendement et le facteur de puissance. Leur couple de démarrage est nul et ne prend une valeur suffisante qu'à l'aide d'artifices.

Les moteurs *à collecteur* ont un couple de démarrage toujours plus grand que le couple à marche normale et peuvent fonctionner à vitesse variable en modifiant la tension alternative qui leur est appliquée, tout en conservant, à chaque allure, un rendement et un facteur de puissance satisfaisants.

Les moteurs *combinés* participent des avantages des moteurs à collecteur pendant la période de démarrage et du fonctionnement au quasi-synchronisme en marche normale.

Le tableau ci-dessous résume la classification des moteurs à courants alternatifs simples asynchrones (dits *monophasés*).

Classification des moteurs à courants alternatis simples asynchrones.

I. Moteurs sans collecteur. (Hyposynchrones.)	*Moteurs d'induction*	Cage d'écureuil. Induit fermé bobiné.
II. Moteurs a collecteur (Hypo et hypersynchrones.)	*Moteurs d'injection ou de conduction*	Moteur shunt. Moteur série simple. Moteur série compensé sur l'inducteur. Moteur série compensé avec balais de court circuit.
	Moteurs d'induction	Moteur à répulsion. Moteur à répulsion compensé.
III. Moteurs combinés (Hyposynchrones.)	Avec collecteur et induit fermé.	

Dans ce qui va suivre, nous supposerons connue la théorie des moteurs d'induction sans collecteur, et nous ne parlerons que des moteurs à collecteur et des moteurs combinés.

I. — MOTEURS A COLLECTEUR

Théorie générale des moteurs à courants alternatifs simples à collecteur. — On peut établir une théorie générale des moteurs à courants alternatifs simples à collecteur, dont les différents dispositifs exposés ci-dessus ne sont que des cas particuliers, en considérant l'inducteur et l'induit comme absolument séparés et distincts (fig. 1) et en leur appliquant des différences de potentiel alternatives distinctes et de même fréquence.

Désignons par :

U_1 la différence de potentiel efficace appliquée à l'inducteur;

I_1 l'intensité efficace du courant qui le traverse;

N_1 le nombre total de conducteurs qui le compose (enroulement réparti);

$2p$ le nombre de pôles inducteurs;

$\mathcal{F}_1$ la force magnétomotrice appliquée à chaque pôle inducteur :

$$\mathcal{F}_1 = \frac{N_1 I_1}{4p};$$

U_2 la différence de potentiel efficace appliquée à l'induit;

I_2 l'intensité efficace du courant qui le traverse;

N_2 le nombre total de conducteurs sur l'induit (bobiné en tambour);

$2a$ le nombre de dérivations de l'enroulement induit;

α l'angle de la ligne des balais avec la ligne neutre (calculé comme si le moteur était à deux pôles);

$\mathcal{F}_2$ la force magnétomotrice de l'induit pour un pôle, qui a pour valeur :

$$\mathcal{F}_2 = \frac{N_2 I_2}{8ap}.$$

Cette force magnétomotrice de l'induit peut se décomposer en deux autres, perpendiculaires entre elles.

La première, transversale, perpendiculaire au flux inducteur, a pour valeur :

$$\mathcal{F}_2 \cos \alpha.$$

La seconde, dans le prolongement du flux inducteur, a pour valeur :

$$\mathcal{F}_2 \sin \alpha.$$

Cette dernière, en se combinant avec le flux inducteur dû à $\mathcal{F}_1$ produit un flux magnétisant résultant Φ_1, tandis que la première produit un flux transversal Φ_t.

Ces deux flux, déphasés l'un par rapport à l'autre de plus ou moins un quart de période, induisent quatre forces électromotrices dans l'armature, entre les balais : deux sont des forces électromotrices d'induction résultant de la variation du flux, comme dans un transformateur; les deux autres sont dues à la rotation de l'induit, comme dans une dynamo à courant continu.

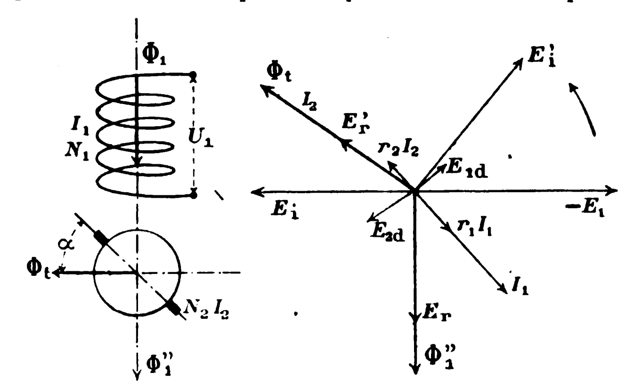


Fig. 1. — Schéma général d'un moteur à collecteur (inducteur et induit séparés).

Fig. 2. — Diagramme des forces électromotrices dans un moteur à collecteur (cas général).

Ces quatre forces électromotrices représentées vectoriellement figure 2 ont pour valeur, en désignant par ω_1 la pulsation du courant et par ω_2 la vitesse angulaire de l'induit :

1° Force électromotrice de rotation, en phase avec le flux Φ_1 :

$$E_r = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_2 \frac{N_2}{a} \Phi_1 \cos \alpha.$$

2° Force électromotrice d'induction, déphasée de un quart de période avec Φ_1 :

$$E_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_1 \frac{N_2}{a} \Phi_1 \sin \alpha.$$

3° Force électromotrice de rotation, en phase avec le flux transversal Φ_t :

$$E'_r = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_2 \frac{N_2}{a} \Phi_t \sin \alpha.$$

4° Force électromotrice d'induction, déphasée de un quart de période avec le flux transversal Φ_t :

$$E'_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_1 \frac{N_2}{a} \Phi_t \cos \alpha.$$

Il y a lieu d'y ajouter les forces électromotrices suivantes :

5° Force électromotrice de self-induction de l'enroulement inducteur E_1 déphasée de un quart de période sur le flux de l'inducteur :

$$E_1 = k\omega_1 N_1 \Phi_1.$$

k constante égale à 2,2 pour des pôles définis, et variant entre 2,1 et 1,4 pour des enroulements répartis.

6° Forces électromotrices de dispersion dans l'inducteur E_{1d} et E_{2d}, et l'induit, dépendant du nombre et de la forme des encoches, et déphasées de un quart de période sur les courants correspondants.

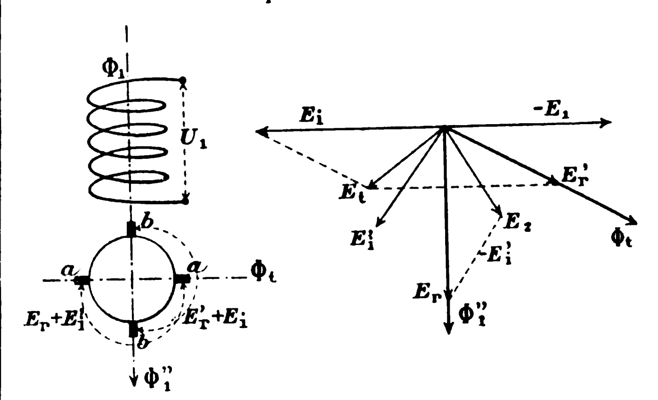


Fig. 3. — Schéma d'un moteur à quatre balais (cas général).

Fig. 4. — Diagramme des forces électromotrices dans le cas d'un moteur à quatre balais.

7° Chutes de tension correspondant aux résistances intérieures r_1, r_2 de l'inducteur et de l'induit, respectivement égales à $r_1 I_1$, $r_2 I_2$, en phase avec les courants correspondants.

Toutes ces forces électromotrices sont indiquées avec leurs sens dans le diagramme figure 2.

Si l'on suppose le cas de quatre balais (fig. 3), disposés orthogonalement, deux sur la ligne neutre aa (que nous nommerons les *balais neutres*), et les deux autres en regard des pôles (que nous nommerons les *balais polaires*), les formules générales ci-dessus se simplifient, car les 4 forces électromotrices ne renferment plus les facteurs $\sin \alpha$ et $\cos \alpha$ qui s'éliminent.

Entre les balais neutres aa, on a une force électromotrice résultant de la composante vectorielle de

$$E_r = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_2 N_2 \Phi_1 \quad \text{et de} \quad E'_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_1 N_2 \Phi_1.$$

Entre les balais polaires *bb*, apparaît une force électromotrice résultant de la composante vectorielle de

$$E'_r = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_2 N_2 \Phi_t \quad \text{et de} \quad E_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_1 N_2 \Phi_t.$$

Ces forces électromotrices sont représentées sur le diagramme figure 4.

Couple. — L'expression générale du couple C d'un moteur à collecteur a pour valeur :

$$C = k \Sigma N_2 \Phi_1 I_2 \sin \alpha \cos \varphi.$$

k est une constante de construction.

N_2 le nombre de spires de l'induit.

Φ_1 le flux traversant l'induit.

I_2 le courant de l'induit.

α l'angle du flux dans l'induit et du courant dans cet induit.

φ le déphasage du courant dans l'induit sur le flux qui le traverse.

Ces relations générales se simplifient d'après les relations électriques établies entre l'inducteur et l'induit, le calage des balais, etc.

Moteur série simple. — Dans le moteur série simple (fig. 5 et 6), l'angle α devient nul, les balais étant calés en zone neutre, et l'on a, d'autre part :

$$I_1 = I_2 = I.$$

La composante en phase E_y de la force électromotrice a pour valeur :

$$E_y = E_r + I(r_1 + r_2).$$

La composante en quadrature a pour valeur :

$$E_x = E_2 + E_{d1} + E'_{d2} + E'_2.$$

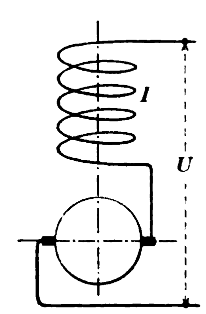


Fig. 5. — Schéma du moteur série simple.

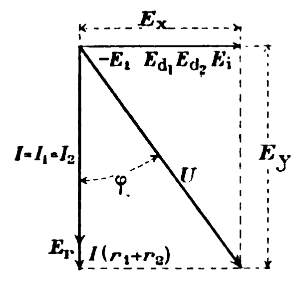


Fig. 6. — Diagramme des forces électromotrices du moteur série simple.

La différence de potentiel à fournir U a pour valeur :

$$U = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}.$$

Et le facteur de puissance est :

$$\cos \varphi = \frac{E_y}{U}.$$

Pour obtenir un facteur de puissance élevé, il faut réduire la self-induction de l'induit, les forces électromotrices de dispersion et la force électromotrice due au flux transversal, et augmenter la force électromotrice de rotation, mais non les chutes de tension dans l'enroulement, ce qui réduirait le rendement.

Les forces électromotrices de dispersion se réduisent en employant une denture fine et étroite, et un induit court. La force électromotrice transversale se réduit par l'emploi de pièces polaires étroites et des pôles fendus. Cette force électromotrice due au champ transversal peut être entièrement neutralisée par un enroulement auxiliaire monté sur les pièces polaires, décalé de la moitié d'un intervalle polaire et disposé, soit en court-circuit, soit en série avec le courant principal. C'est le dispositif réalisant la neutralisation du flux transversal qui constitue la *compensation* du moteur sur l'inducteur.

Le facteur de puissance est d'autant plus grand :

1° Que le rapport

$$\frac{E_r}{E'_2}$$

est plus grand, c'est-à-dire que l'induit a un plus grand et l'inducteur un plus petit nombre de spires, ce qui conduit à l'emploi d'un faible entrefer ou à une faible induction dans l'entrefer;

2° Que le moteur tourne à une vitesse angulaire plus grande au-dessus du synchronisme, ce qui est le cas de la marche à faible charge.

La vitesse angulaire normale est généralement choisie égale au double environ de la vitesse synchrone, et le rapport du nombre de spires induites et inductrices est compris entre 2 : 1 et 5 : 1.

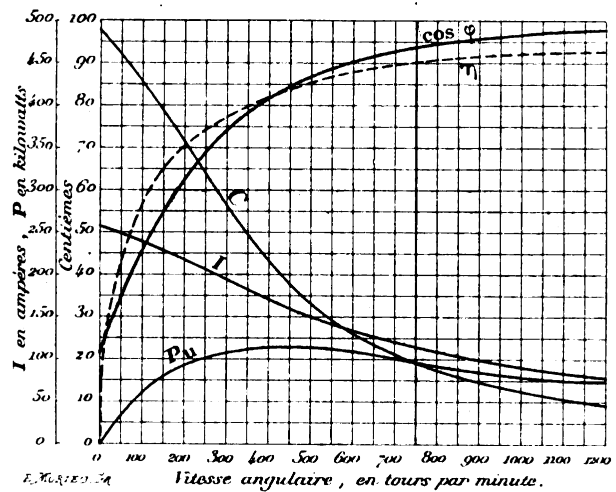


Fig. 7. — Conditions de fonctionnement d'un moteur série simple en fonction de la vitesse angulaire.

Au démarrage, le facteur de puissance est faible : 0,5 environ et tend vers l'unité à grande vitesse et à faible charge.

Le flux induit et les forces électromotrices augmentent avec le courant total et la charge, la vitesse angulaire est sensiblement inversement proportionnelle au courant, la tension aux bornes restant constante.

Le moteur série à courant alternatif a donc la même caractéristique de vitesse que le moteur série à courant continu, mais avec des chutes plus rapides, les inductions étant moins élevées.

Le couple moteur C_a a pour valeur, dans le cas du courant alternatif

$$C_a = \frac{E_r I p}{2\pi\omega} = \frac{N_2 \Phi I}{2\pi\sqrt{2}}.$$

Le couple moteur pour le courant continu C_c est égal à

$$C_c = \frac{N\Phi I}{2\pi}.$$

Le rapport de ces deux couples est égal à $\sqrt{2}$, c'est-à-dire qu'à couple égal le moteur à courant alternatif doit avoir ses dimensions augmentées dans le même rapport

La formule du couple montre que celui-ci est sensiblement proportionnel au carré du flux et au carré de la différence de potentiel aux bornes U. Le moteur série est donc très sensible aux variations de la tension en ce qui concerne sa vitesse, ce qui constitue une excellente qualité au point de vue du réglage de cette vitesse pour la traction. Par contre, le couple moteur subit une oscillation périodique de fréquence double de celle du courant qui l'alimente, et l'on a :

$$C_{moy} = \frac{1}{\pi} C_{max} \int_0^{\pi} \sin^2 \alpha d\alpha = 0,5\ C_{max}.$$

Cette variation périodique du couple est nuisible sur une voie grasse et glissante, car le glissement se manifeste dès que le couple moyen dépasse la moitié du couple maximum correspondant à la limite d'adhérence.

En résumé, le moteur série simple doit fonctionner à une faible fréquence, à une faible induction, et avoir un grand nombre de spires induites par rapport à celui des spires inductrices, des tôles feuilletées et des pôles fendus en vue de réduire le flux transversal. Sa vitesse angulaire peut atteindre le *double* de celle correspondant au synchronisme, en faisant varier la différence de potentiel U appliquée à ses bornes à l'aide d'un autotransformateur.

Ce moteur présente les inconvénients suivants : Commutation difficile à toute allure, facteur de puissance faible, alimentation à haute tension impossible. En pratique, on ne peut pas dépasser 200 volts.

La figure 7 représente les variations des éléments de fonctionnement d'un moteur série simple à quatre pôles, alimenté à la fréquence 25, en fonction de la vitesse angulaire. La marche synchrone correspond à 750 t : m.

Cette courbe et les suivantes relatives aux autres types de moteurs sont extraites d'une intéressante étude publiée en 1904 par M. *Seijiro Sugiyama*, dans le *Journal of the College of Engineering* de l'Université impériale de Tokio, sur les moteurs à collecteur. La théorie générale de ces moteurs et son application aux principaux cas particuliers sont celles développées par M. F. Niethammer dans différentes publications.

Moteur à répulsion. — Ce moteur est constitué par un induit à courant continu placé dans le champ d'un moteur d'induction. Le circuit inducteur est relié au générateur électrique, l'induit à courant continu porte des balais reliés entre eux en court-circuit. L'enroulement inducteur peut être bobiné à haute tension, tandis que l'enroulement induit est bobiné à basse tension, de façon à satisfaire aux exigences de la commutation.

Les caractéristiques du moteur à répulsion sont les mêmes que celles du moteur série à courant continu. Le *couple* est maximum au démarrage, augmente avec le courant et décroît avec la vitesse; le *rendement* est sensiblement constant sur une échelle très étendue de la vitesse angulaire; celle-ci est limitée seulement par la charge et la tension appliquées à l'inducteur et n'a pas de relation avec la vitesse synchrone. Il atteint 80 à 85 pour 100 pour les moteurs de 40 à 150 kw.

La réactance des circuits réduit le *facteur de puissance* au démarrage, mais n'affaiblit pas le couple dont le maximum coïncide avec le facteur de puissance le plus faible. Ce facteur augmente rapidement avec ω, atteint une valeur satisfaisante au tiers de la vitesse synchrone et conserve des valeurs de 90 pour 100 pour une variation considérable de vitesse. Il fonctionne à des fréquences de 25, 40 et même 60 périodes par seconde. Le facteur de puissance élevé du moteur en vitesse tient à ce que les conducteurs de l'induit développent en tournant un courant en avance sur la tension qui tend à relever ce facteur.

La *commutation* est bonne aux vitesses normales. A faible vitesse le courant augmente rapidement et tend à produire des étincelles, mais l'abaissement de la tension réduit le courant à des valeurs pour lesquelles la commutation est bonne, comme dans un moteur à courant continu. A une vitesse atteignant 1,5 fois celle du synchronisme, la fréquence de commutation devient élevée et les balais crachent.

Les formules générales sont applicables au moteur à répulsion en y introduisant les deux conditions suivantes :

1° La somme vectorielle des forces électromotrices développées dans l'induit mis en court-circuit est nulle, en faisant intervenir dans la résistance de cet induit celle des frotteurs :

$$E_r + E'_r + E_2 + E'_2 + E_d + r_2 I_2 = 0.$$

2° La force magnétomotrice de l'inducteur et la force contremagnétomotrice de l'induit doivent avoir une résultante qui produit le flux principal, c'est-à-dire que la résultante des deux courants traversant l'inducteur et l'induit doit être égale au courant magnétisant I_m, en considérant le courant d'induit comme égal à $I_2 \sin \alpha$.

En désignant par $\mathcal{R}$ la réluctance du champ et par k une constante, on a :

$$I_m = \frac{\Phi_2 \mathcal{R}}{k \cdot \frac{N_1}{4p}} = \frac{4p\Phi_2 \mathcal{R}}{kN_1}.$$



Le courant total I_1 est égal à I_m augmenté du courant correspondant aux pertes dans le fer et par frottement.

La différence de potentiel U aux bornes de l'inducteur est la résultante vectorielle de la force électromotrice de self-induction des inducteurs E_1, de la chute inductive E_d provenant de la dispersion et de la chute ohmique I_1r_1 dans l'enroulement primaire.

Le courant dans l'induit I'_2 et le courant inducteur I_1 ont une résultante qui représente le courant magnétisant qui

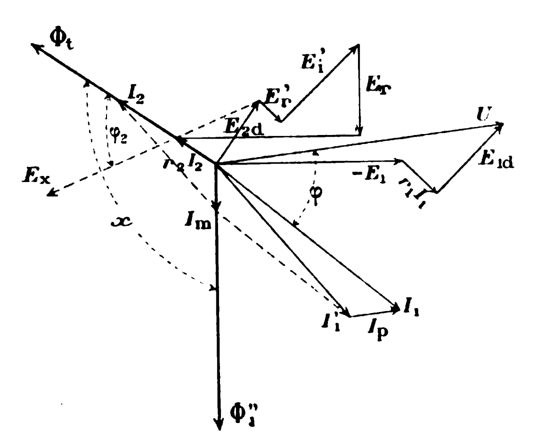


Fig. 8. — Diagramme du moteur à répulsion à une vitesse quelconque.

doit vaincre la réluctance $\mathcal{R}$ du flux Φ_2. On tient compte des pertes dans le fer et des pertes par frottement en introduisant un petit courant I_p parallèle à U.

La figure 8 est le diagramme des forces électromotrices et des intensités pour le moteur à répulsion en vitesse non synchrone. La figure 9 représente le diagramme des forces électromotrices au synchronisme. La figure 10 montre les conditions de fonctionnement du moteur synchrone en fonction de la vitesse angulaire (synchronisme à 750 t : m).

Le moteur à répulsion réalise, à toutes les vitesses, un champ tournant elliptique constitué par les deux flux Φ_1 et Φ_t qui deviennent égaux et déphasés d'un quart de période à la vitesse du synchronisme, formant alors un champ tournant constant.

Les quatre forces électromotrices influent sur le facteur de puissance. Celui-ci, supérieur, pour le moteur à répulsion, à celui du moteur série pour les faibles vitesses, atteint son maximum au voisinage du synchronisme et diminue de nouveau.

Tandis que le moteur série est dans les meilleures conditions à une vitesse double de celle qui correspond au synchronisme, et exige des courants de faible fréquence (25 et au-dessous), le moteur à répulsion fonctionne mieux au voisinage du synchronisme, même à la fréquence 50. On améliore son facteur de puissance par un rapport élevé du nombre des spires induites aux spires inductrices, un faible entrefer, et une faible dispersion.

On modifie le rapport des enroulements en modifiant le calage des balais, mais le meilleur facteur de puissance s'obtient pour un angle compris entre 70° et 80° (moteur à deux pôles).

On améliore le facteur de puissance en réduisant la dispersion et le courant magnétisant, ce qui conduit à employer un faible entrefer. Le facteur de puissance pourrait atteindre l'unité au synchronisme. En pratique, il oscille entre 0,9 et 0,95. Il y a donc intérêt à faire fonctionner le moteur au voisinage du synchronisme, ce qui permet son application avec des fréquences de 50 et même 60 périodes par seconde.

En appliquant la formule générale du couple au moteur à répulsion, on trouve que ce couple augmente en déplaçant ses balais dans le sens de la rotation à partir de la zone neutre. Il atteint son maximum vers 70° et

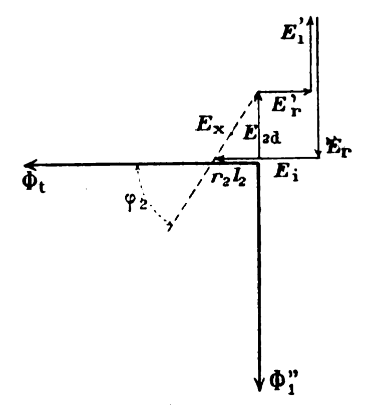


Fig. 9. — Diagramme des forces électromotrices du moteur à répulsion au synchronisme.

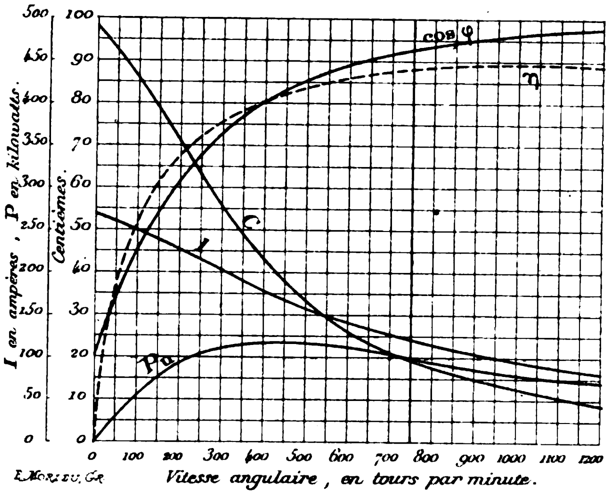


Fig. 10. — Conditions de fonctionnement d'un moteur à répulsion en fonction de la vitesse angulaire.

décroît ensuite. Si l'on veut obtenir un couple maximum pour chaque vitesse, il faut déplacer graduellement les balais dans le sens du mouvement de rotation, à mesure que la vitesse s'accroît.

Moteurs série compensés. — En principe, le moteur série, surtout au démarrage, constitue une self-induction élevée dont la partie la plus importante doit être, comme on l'a vu précédemment, disposée sur l'induit. Il en

résulte que ce moteur présente un faible facteur de puissance et qu'on doit chercher à l'augmenter en réduisant l'impédance de l'induit et sa réaction.

Les procédés permettant d'obtenir plus ou moins parfaitement ce résultat constituent la *compensation*, et les moteurs auxquels ces procédés sont appliqués constituent des *moteurs compensés*.

En principe, les moteurs sont compensés par un dispositif appliqué sur l'inducteur ou sur l'induit.

La compensation par l'inducteur a été appliquée pour la première fois par *Eickemeyer* en 1890.

Le dispositif consiste à placer sur l'inducteur un enroulement décalé de un quart de cycle magnétique et de faire traverser ce circuit par un courant compensateur.

Lorsque ce circuit compensateur est fermé sur lui-même et agit par les courants qui s'y développent sous l'influence des variations du flux transversal de l'induit, la compensation est dite *compensation induite*.

Lorsque le circuit compensateur est traversé par le courant principal dans un sens tel qu'il tende à créer un flux de sens inverse à celui traversant l'induit en vue de le neutraliser, on a une *compensation forcée*.

Ces deux modes de compensation par l'inducteur (induite ou forcée), ne modifient pas sensiblement les conditions de fonctionnement du moteur série, et n'ont d'influence utile que sur la commutation, aussi nous contentons-nous de les signaler.

Les moteurs compensés actuels comportent presque tous la compensation sur l'induit qui présente certains avantages particuliers.

Moteur série compensé sur l'induit. — Dans ce moteur, représenté schématiquement figure 11, le courant principal traverse l'induit et y pénètre par deux balais placés dans la ligne neutre (balais neutres), tandis que deux autres balais placés sur la ligne des pôles (balais polaires) sont reliés entre eux en court-circuit et ont pour objet de *compenser* l'action du flux variable de l'inducteur. C'est le dispositif connu aujourd'hui sous le nom de moteur Latour-Winter-Eichberg ou Winter-Eichberg-Latour. L'induit est constitué par un stator de moteur d'induction de façon à assurer une répartition du flux inducteur sensiblement sinusoïdale.

Le moteur série compensé sur l'induit peut être sous deux formes distinctes :

Le moteur *série compensé direct*, dans lequel le courant principal traverse à la fois l'inducteur et l'induit.

Le moteur *série compensé avec transformateur*, dans lequel le courant traversant l'induit lui est fourni par le secondaire d'un transformateur dont le primaire est monté en tension avec l'enroulement inducteur.

Moteur série compensé direct. — La figure 11 représente le schéma de montage de ce moteur et la figure 12 est le diagramme des forces électromotrices.

Ce diagramme peut se déduire de celui du moteur à répulsion en observant que, dans le moteur série compensé direct, le flux transversal Φ_t est en phase avec le courant inducteur I_1.

La théorie de ce moteur peut s'établir en supposant que l'induit est traversé par deux courants, l'un induit I_2, passant à travers les balais polaires *bb* en court-circuit, et le courant principal I_1 qui lui est amené par les par les deux balais neutres *aa*.

L'enduit est soumis à deux forces magnétomotrices.

a. Une force magnétomotrice opposée à celle de l'inducteur et ayant une valeur :

$$\mathcal{F} = k \cdot \frac{N_2 I'_2}{8a \cdot p},$$

b. Une force magnétomotrice transversale :

$$\mathcal{F}_t = k \cdot \frac{N_2 I_1}{8a \cdot p}.$$

Le coefficient k est compris entre 0,7 et 1.

Ces forces magnétomotrices produisent deux flux résultants Φ_a et Φ_t.

Il se développe, pendant la rotation de l'induit, quatre forces électromotrices, dans l'expression desquelles, comme nous l'avons établi dans la théorie générale, les facteurs cos φ et sin φ s'éliminent.

On a, dans le cas particulier :

$$E_r = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \omega_2 N_2 \Phi_a,$$

$$E_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \omega_1 N_2 \Phi_a,$$

$$E'_r = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \omega_2 N_2 \Phi_t,$$

$$E'_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \omega_1 N_2 \Phi_t.$$

Les deux forces électromotrices E'_r et E_i se composent suivant U_t, différence de potentiel entre les balais polaires *bb* qui produit le courant I'_r après avoir surmonté la tension de dispersion de l'induit E'_d et la chute ohmique $r_2 I_2$.

Entre les balais neutres *aa* apparaît la tension U_2, résultante des tensions E_r et E'_i.

La différence de potentiel aux bornes U est donnée par la résultante des tensions U_1, E'_i, de la force électromotrice de self-induction dans l'inducteur

$$E_1 = c\omega_1 N_1 \Phi_1$$

(c étant une constante de construction), et de la chute ohmique dans l'inducteur et l'induit I_1 $(r_1 + r_2)$, ainsi que les tensions de dispersion E_{d1} et E_{d2} dans l'inducteur et l'induit.

Le courant dans l'induit I_2 se compose avec le courant magnétisant I_m pour donner le courant primaire I'.

Pour déterminer le courant I pris au réseau, il faut ajouter à I', le courant de perte I_p correspondant à l'hystérésis et aux frottements. Le déphasage de I sur U est ainsi déterminé.

Pour une certaine valeur de la charge du moteur et de sa vitesse angulaire, on a : cos φ = 1.

Au synchronisme, il y a compensation entre E_i et E'_r de même qu'entre E'_i et E_r, car $\omega_1 = \omega_2$, $\Phi_1 = \Phi_t$ et Φ_a est orthogonal à Φ_t.

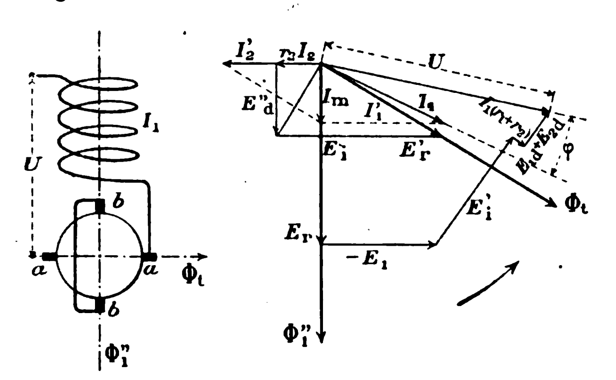


Fig. 11. — Schéma du moteur série compensé direct.

Fig. 12. — Diagramme des forces électromotrices du moteur série compensé.

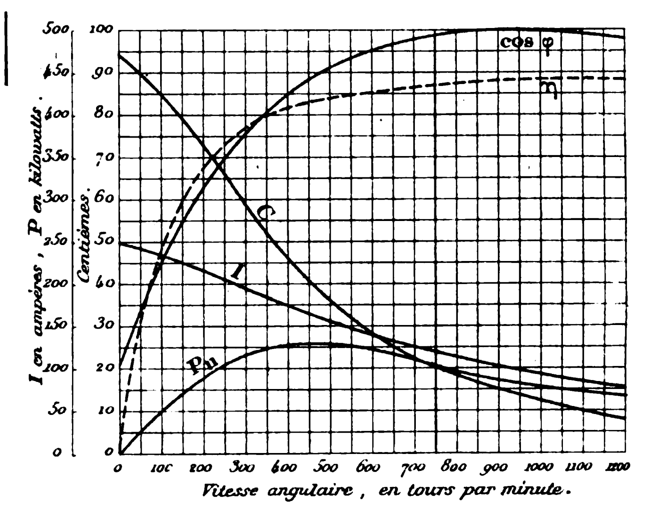


Fig. 13. — Conditions de fonctionnement du moteur série compensé direct en fonction de la vitesse angulaire.

Les conditions de fonctionnement de ce moteur sont analogues à celles du moteur à répulsion, mais plus avantageuses, car le facteur de puissance devient égal à l'unité près du synchronisme, tandis que dans le moteur à répulsion, il ne dépasse pas 0,90 à 0,95.

La figure 13 montre les conditions de fonctionnement d'un moteur série compensé direct en fonction de la vitesse angulaire.

Moteur compensé avec transformateur série. — L'emploi d'un transformateur injectant un courant dans l'induit au lieu d'une injection directe permet d'utiliser

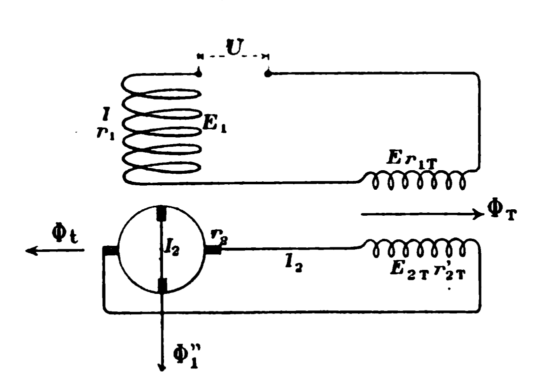


Fig. 14. — Schéma du moteur compensé avec transformateur série.

dans cet induit des tensions moins élevées, et par suite un bobinage comportant un moins grand nombre de spires (fig. 14).

On a ainsi à considérer trois circuits distincts : le circuit inducteur, comprenant le primaire du transformateur; le circuit induit comprenant le secondaire du transformateur et le circuit de l'induit en court-circuit par deux balais.

Désignons par E_{T1} et E_{T2} les forces électromotrices primaire et secondaire du transformateur, r_{T1} et r_{T2} leurs résistances, n le rapport de transformation, E_{dT} la force électromotrice correspondant au flux de dispersion du transformateur. On a alors sur le diagramme (fig. 15) les conditions suivantes,

1° Pour le circuit d'induit fermé sur le transformateur (somme vectorielle) :

$$E_{2r} + E_{2i} + E_{2d} + I_2(r_2 + r_{2T}) = E_{2T}.$$

2° Pour le courant primaire :

$$nE_{2V} + E_1 + I_1(r_1 + r_{1T}) + E_{1d} + E_{1dT} = U,$$

avec la condition : $I_2 = nI_1$.

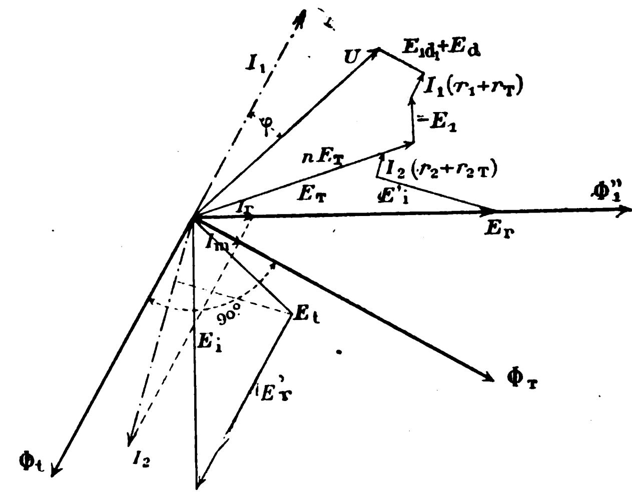


Fig. 15. — Diagramme du moteur compensé avec transformateur série.

La résultante de I_2 et I_1 réduites au même nombre de conducteurs est le courant magnétisant I_m nécessaire pour produire le flux Φ_2.

I_2 est dû à E_{2c}, résultante de E_{2r} et E_i.

E_{2c} a pour valeur

$$E_{2c} = \sqrt{E_a^2 + (r_a I_{2a})^2}.$$

Le faible courant magnétisant du transformateur est négligeable.

A chaque valeur du rapport de transformation n du transformateur correspondent une charge et une vitesse

angulaire (voisine du synchronisme) pour lesquelles on peut compenser le moteur sans donner à l'entrefer une valeur trop faible.

La tension de dispersion est surtout élevée au démarrage et la tension développée dans l'inducteur E_1 faible ; aussi le flux Φ_1 est-il très petit au démarrage, ce qui constitue une condition favorable à la commutation.

Tels sont les conditions générales de fonctionnement des types principaux de moteurs asynchrones à collecteur actuellement en étude, en expérience ou en service.

Dans un prochain article, nous compléterons ces indications générales par quelques données sur les conditions pratiques de fonctionnement de ces moteurs, les modifications de détail qui leur ont été apportées, et nous compléterons cette étude en décrivant les principaux types actuels de moteurs *combinés*.

(*A suivre.*) É. HOSPITALIER.

SUR LA LOI DE DISRUPTION ÉLECTRIQUE

DANS LES ISOLANTS SOLIDES

Quoiqu'il soit établi que la résistance à la rupture d'un isolant solide croît moins rapidement que son épaisseur, la loi de la variation a donné lieu à de nombreuses discussions. Une des principales causes en est que les expérimentateurs ont opéré dans des conditions fort différentes; plusieurs auteurs n'indiquent même pas la forme des électrodes, la durée des essais, etc....

Étant donné les difficultés et le peu de précision de telles mesures, il est absolument nécessaire de procéder à un grand nombre d'essais portant sur la même nature de matière isolante. M. Kinzbrunner [1], auquel nous empruntons les chiffres qui vont suivre, a fait porter ses valeurs sur trois essais, dont les résultats varient de moins de 10 pour 100; si les résultats présentaient des différences plus grandes, le nombre des essais était porté à 6 et même à 10.

La première série d'essais est relative à du presspahn de trois qualités, brun clair, brun foncé, jaune brun, dont l'auteur avait des échantillons de diverses épaisseurs.

QUALITÉ.	ÉPAISSEUR EN MM.	RIGIDITÉ EN VOLTS : MM$^{\frac{1}{2}}$.	QUALITÉ.	ÉPAISSEUR EN MM.	RIGIDITÉ EN VOLTS : MM$^{\frac{1}{2}}$.	QUALITÉ.	ÉPAISSEUR EN MM.	RIGIDITÉ EN VOLTS : MM$^{\frac{1}{2}}$.
Brun clair.	0,50	2600	Brun foncé.	0,25	2200	Jaune brun.	0,50	2750
	1,00	3950		0,50	3800		1,00	4400
	1,50	4800		0,75	4850		1,50	5800
	2,00	5400		1,00	5700		2,00	6400
	2,50	5900		1,25	6400		2,50	6800
	3,00	6400		1,50	7000		3,00	7200
	3,50	6800		1,75	7750			
	4,00	7200		2,00	8000			

[1] *Zeitschrift f. Electrotechnik*, 12 nov. 1905, H. 46, p. 665.

L'auteur a ainsi obtenu les résultats indiqués dans le tableau ci-dessus, déduit des courbes qu'il a données :

D'après l'allure des courbes, on voit que, si U est la tension disruptive, k une constante et e l'épaisseur en mm de l'isolant :

$$U = k\sqrt{e}$$

k est la rigidité diélectrique [1].

Pour le presspahn brun clair on a $k = 3800$ et les valeurs calculées au moyen de la formule diffèrent au plus de 6 pour 100 des valeurs mesurées; pour du presspahn brun foncé on a $k = 5600$ et les valeurs calculées diffèrent au plus de 4 pour 100 des valeurs mesurées; pour du presspahn jaune brun on a $k = 4400$ et la plus grande différence entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées est de 6,5 pour 100,

Les différences énormes entre les diverses valeurs de k sont dues à la qualité de la fabrication, L'auteur a procédé à des essais sur quatre autres sortes de presspahn et a trouvé successivement pour k les valeurs 3700, 4600, 4800 et 5050; la moyenne de 7 constantes est 4650 v : mm$^{\frac{1}{2}}$.

En traçant la courbe $U = k\sqrt{e}$ pour cette valeur de k (Fig. 1), on voit que la rigidité du diélectrique croît très

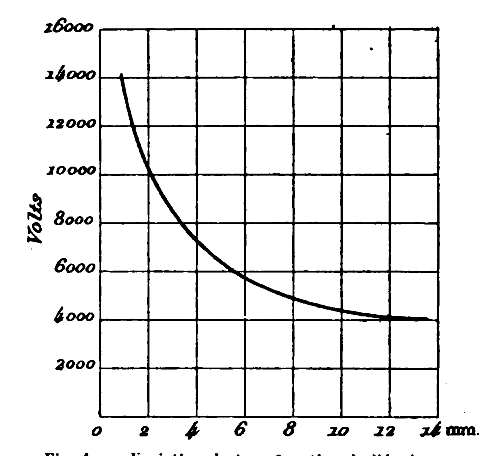


Fig. 1. — Variation de k en fonction de l'épaisseur.
(*Lire* : volts : mm$^{\frac{1}{2}}$ au lieu de volts sur l'échelle des ordonnées).

rapidement quand son épaisseur descend au-dessous d'une certaine limite. On peut donc se demander si cette propriété ne pourrait pas être mise à profit en formant l'isolation d'une superposition de couches minces.

Naturellement ce dispositif ne serait avantageux que si la distance explosive était dans ce cas proportionnelle ou à peu près directement proportionnelle au nombre de couches. Pour élucider cette question, M. Kinzbrunner procéda à des essais avec du presspahn et en employa jusqu'à 20 couches.

[1] Le facteur k a pour expression algébrique :

$$k = \frac{\sqrt{e}}{U},$$

et pour dimensions : $U . L^{-\frac{1}{2}}$.

Son unité doit donc être le volt : cm$^{\frac{1}{2}}$ ou le volt : mm$^{\frac{1}{2}}$.

(N. D. L. R.)

Il résulte de ces essais que la distance de rupture n'est pas proportionnelle au nombre de couches, mais bien à leur racine carrée et qu'elle ne dépend que de l'épaisseur d'isolant, c'est-à-dire qu'une couche d'isolant de 5 mm d'épaisseur donne les mêmes résultats que 5 couches de 1 mm d'épaisseur, superposées.

M. Kinzbrunner fait cependant remarquer que cette règle n'est pas absolument exacte pour de très grandes épaisseurs, mais cela doit provenir de ce qu'avec une épaisseur extraordinaire on ne peut avoir un produit bien homogène. On verra du reste plus loin, que des couches, extraordinairement minces font également exception à la règle.

Si cependant la division en plusieurs couches de l'isolant ne présente en général aucun avantage au point de vue purement électrique, cela n'empêche pas que, dans certains cas, elle peut être avantageuse au point de vue mécanique, comme par exemple dans le cas d'encoches.

Les essais suivants ont porté sur quatre sortes de papier, dont l'une portait le nom de « Manila » et les autres de « papier isolant ».

En faisant varier les épaisseurs du papier, on a obtenu des résultats analogues à ceux obtenus avec le presspahn; la formule $U=k\sqrt{e}$ est encore vérifiée, et pour le papier Manila on a $k=2800$ et pour le papier isolant $k=1450$.

Les essais avec couches de papier superposées ont donné des résultats surprenants : tandis qu'avec des couches excessivement minces, la distance disruptive croît à peu près proportionnellement au nombre de couches. pour des couches d'une épaisseur plus grande, on a à peu près la loi $U=k\sqrt{n}$, n étant le nombre de couches, C'est ce que montre la figure 2, donnant les résultats

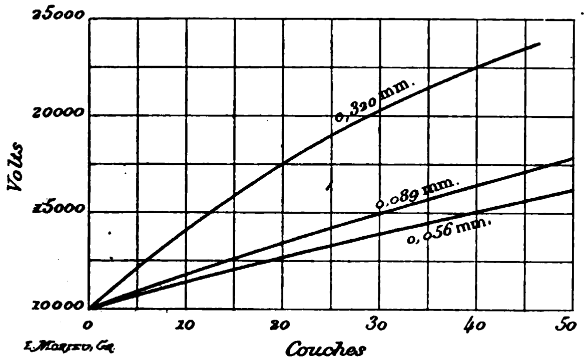


Fig. 2. — Variations de la tension disruptive en fonction du nombre de couches pour diverses épaisseurs d'isolants.

pour du papier isolant gris de trois épaisseurs différentes (0,056, 0,08 et 0,32 mm),

La cause de ces résultats si différents n'a pu être élucidée, car l'auteur ne put se procurer des substances autres que le papier en couches excessivement minces. Cependant la manière dont se comporte le mica serait une indication que ce n'est pas la qualité de l'isolant, mais bien son épaisseur extrêmement faible qui influe, car les excellents résultats obtenus avec du mica sont certainement dus à ce qu'il est constitué par une grande quantité de couches excessivement minces.

En tout cas, toutes les fois que l'on veut isoler au papier, il est à recommander d'employer plusieurs couches de très faible épaisseur.

M. Kinzbrunner donne ensuite des détails sur les expériences relatives à du papier imprégné et distingue deux méthodes d'imprégnation; dans le premier mode, le papier est passé à chaud au vernis, dont la couche est superficielle, nous désignerons ce papier sous le nom de papier verni. Le second mode d'imprégnation est de faire pénétrer dans les pores intérieures la substance isolante à l'état très fluide, nous désignerons ce papier par le nom de papier imprégné.

Pour trois sortes de papier verni, très mince, on a obtenu les résultats indiqués au tableau suivant :

PAPIER VERNI DE 0,34 MM D'ÉPAISSEUR.		PAPIER VERNI DE 0,22 MM D'ÉPAISSEUR.		PAPIER VERNI DE 0,14 MM D'ÉPAISSEUR	
NOMBRE DE COUCHES.	RIGIDITÉ DIÉLECTRIQUE.	NOMBRE DE COUCHES.	RIGIDITÉ DIÉLECTRIQUE.	NOMBRE DE COUCHES.	RIGIDITÉ DIÉLECTRIQUE.
5	16 900	5	12 500	5	9 500
10	23 000	10	17 800	10	13 700
15	26 000	15	20 700	15	15 300

D'après ces chiffres on voit que le papier verni suit la loi de l'accroissement de la distance disruptive comme la racine carrée du nombre de couches; comme l'auteur ne disposait pas de beaucoup d'épaisseurs différentes, il n'a pu étudier la loi de la variation de l'épaisseur d'une seule couche.

L'essai de trois sortes de papier verni de provenances diverses a donné des résultats presque concordants pour des épaisseurs à peu près égales; comme valeur de k on a trouvé 10500 pour le papier verni (en fonction de l'épaisseur).

Le papier imprégné suit la loi des racines carrées, dans le cas d'une seule couche d'épaisseurs croissantes, mais dans le cas même d'épaisseurs relativement grandes (0,18 mm) la distance explosive croît proportionnellement au nombre de couches. Comme ce fait n'a pas lieu pour le papier verni, cette différence est due certainement à la nature de la surface.

Le papier isolant nommé *Red Rope* suit, dans les deux cas (variation de l'épaisseur d'une couche ou variation du nombre de couches d'une épaisseur donnée), la loi des racines carrées; la rigidité diélectrique est en moyenne 9400.

La toile imprégnée se comporte de même dans les deux cas, la résistance spécifique à la disruption varie de 7500 à 14000 suivant la provenance des échantillons; il en est de même du caoutchouc et de la gutta.

De tous ces résultats M. Kinzbrunner tire les conclusions suivantes :

1° La résistance à la disruption de matières isolantes solides est proportionnelle à la racine carrée de son épaisseur. (Le para semble faire exception à cette règle,

ainsi que le montre des essais auxquels M. Kinzbrunner est en train de procéder).

2° La résistance à la disruption d'un certain nombre de couches superposées de matière isolante est proportionnelle à la racine carrée du nombre de couches. Pour le papier sec et le papier imprégné et, en général, pour tous les matériaux constitués par une grande quantité de couches excessivement minces; la résistance est directement proportionnelle au nombre de couches,

Les valeurs de k pour les différents isolants sont données dans le tableau ci-dessous.

		Valeurs de k.
1.	Ébonite	28 500
2.	Caoutchouc	21 000
3.	Gutta-percha	19 000
4.	Papier verni	10 500
4.	Toile imprégnée	10 700
5.	Papier *Red Rope*	9 400
6.	Empire cloth	8 400
7.	Presspahn	4 600
8.	Papier imprégné	4 200
9.	Leatheroïde	3 050
10.	Papier Manila	2 800
11.	Fibre	2 250
»	Papier isolant ordinaire	1 450

Les courbes de la figure 3 sont tracées en adoptant

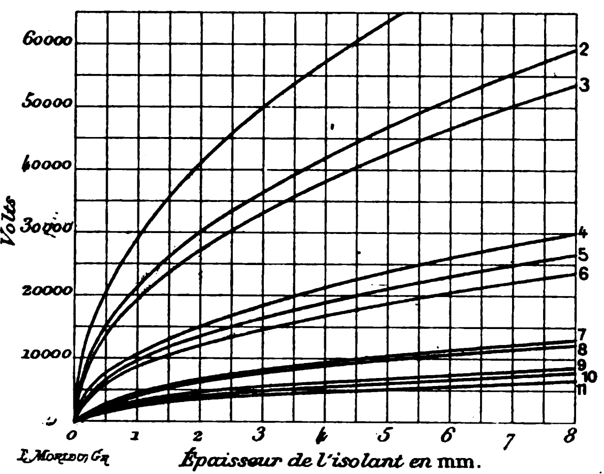


Fig. 3. — Tension disruptive de divers isolants.

les valeurs de k tirées du tableau ci-dessus, et donnant les tensions disruptives, en volts, en fonction de l'épaisseur, en millimètres. F. L.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Une nouvelle voiture motrice pour chemins de fer. — Ce véhicule, construit pour le chemin de fer américain Delaware et Hudson, contient un compartiment pour les machines et un compartiment de bagages, des compartiments de voyageurs, avec lavabos, fumoir, etc. La voiture a une longueur de 20 m et pèse 65 tonnes; elle peut transporter 40 voyageurs. Le moteur est à gazoline, il a été construit par la Wolseley Tool and Motor Car C° de Birmingham; il est à 6 cylindres disposés horizontalement, d'un diamètre de 22,5 cm et d'une course de 25 cm; il développe 120 poncelets à la vitesse de 450 tours par minute. On fait démarrer le moteur à l'aide d'un procédé curieux et original, qui consiste à faire détoner une charge de poudre noire dans un des cylindres. L'allumage est obtenu au moyen d'une petite magnéto actionnée par l'arbre moteur. On emploie deux carburateurs avec la machine; chacun d'eux est muni de deux chambres d'alimentation flottantes, et il peut alimenter trois cylindres. On peut prendre l'air dans l'atmosphère ou dans le carter. On emploie la lubrification forcée pour les articulations principales et pour les pistons. La gazoline est emmagasinée au-dessous de la voiture et l'eau de refroidissement dans le fond, tandis que les tuyaux de refroidissement passent sur le toit. On peut du reste chauffer le wagon par la circulation d'eau quand c'est nécessaire.

L'équipement électrique consiste en une dynamo de 120 kilowatts à 600 volts directement couplée au moteur et une excitatrice de 5,5 kw compound, actionnée par une chaîne silencieuse. Deux moteurs de 150 kw de la *General Electric C°* reçoivent le courant du groupe électrogène, ils peuvent être manœuvrés de chaque bout du wagon. On emploie la variation d'excitation de la génératrice pour obtenir toute la gamme des vitesses : la génératrice permet de donner des courants intenses à basse tension avec une excitation et un champ faible pour le démarrage. Quoique la génératrice soit enroulée en dérivation, elle est excitée séparément pour obtenir les conditions de bonne marche. On peut prévoir les combinateurs pour obtenir une accélération maximum déterminée d'avance. Ils sont disposés pour la marche en série parallèle avec 5 positions. Aux essais, on a atteint une vitesse de 56 à 64 km par heure, tandis que l'accélération était très rapide; il n'y avait en particulier aucune vibration désagréable.

Un nouveau chemin de fer électrique. — Dernièrement, on a inauguré le nouveau chemin de fer électrique souterrain, qui va de Waterloo à Baker Street. Sir Edwin Cornwall, président du *London County Council*, a présidé la cérémonie, qui se termina par un grand dîner en l'honneur de l'événement.

La ligne est à 11 m au-dessous du bassin de la Tamise; mais, même dans cette portion basse, l'air est frais et agréable. La profondeur à Waterloo, entre le bureau des billets et les rails, est de 50 m, mais il y a des ascenseurs magnifiques. L'escalier à Waterloo a 117 marches, débouchant par une pente longue et facile aux plateformes, par un tunnel double de faïence blanche et verte.

A Waterloo, qui est une station moderne modèle, il y a trois cabines téléphoniques publiques pour la commodité des voyageurs.

Une nouveauté intéressante à Waterloo est la porte

automatique de l'ascenseur, qui s'ouvre et se ferme sans aide, et qui agit comme sauvegarde parfaite contre les accidents, ce qui donne beaucoup moins de travail à l'employé. Lorsque les portes sont ouvertes, l'ascenseur ne peut pas se mouvoir. On touche légèrement un levier, les portes se ferment et, grâce à l'appareil automatique, l'ascenseur devient libre.

Il en est de même pour les signaux, le long de la ligne. Le wattman ne peut pas dépasser un signal fermé, car ses freins sont mis de suite automatiquement en action par un contact électrique.

Dans le bureau du directeur, il y a aussi un appareil électrique qui signale quand un train entre ou part de Waterloo, combien de temps il y reste, et ce qu'il y fait.

Cette nouvelle ligne a une série remarquable de relations avec les autres réseaux de transport : en divers points, il dessert la plupart des chemins de fer et tramways de Londres.

Un trait particulier de cette ligne est que chaque station est tapissée de faïence d'une [couleur différente, de sorte que les voyageurs peuvent facilement distinguer les stations quand ils veulent y descendre, rien qu'à la couleur des murs.

Une nouvelle lampe à incandescence. — Il paraîtrait qu'on vient de lancer une nouvelle lampe à incandescence, qui serait l'invention d'un docteur Kuzel, de Vienne. Sa méthode est de réduire plusieurs métaux d'un point de fusion élevé, chrome, manganèse, tantale, molybdène, thorium et d'autres, à un état de division extrême.

On ne donne pas la méthode, ni les métaux particuliers qu'il emploie dans ses lampes, mais on suppose que la méthode consiste à faire jaillir un arc, entre les métaux en question, au-dessous de l'eau. L'écume métallique mélangée d'eau que l'on recueille, ne forme qu'une masse plastique qu'on peut manipuler comme si c'était une argile extrêmement fine, et on la presse à travers une filière pour former les filaments. Ceux-ci sont d'abord non conducteurs, et il faut les soumettre à une température de 60° C, avant qu'ils puissent le devenir. Quand ils sont refroidis, ils deviennent de nouveau mauvais conducteurs, mais si on les chauffe à l'incandescence, dans un four, dans le vide ou dans un gaz inerte, ils cristallisent et reprennent leurs propriétés métalliques quand ils sont refroidis. En employant cette méthode, le filament est homogène. Le Dr Kuzel dit qu'il est le premier qui a pu produire de tels filaments cristallins, et que tous les essais dans cette voie ont toujours échoué, car le métal tombait en poudre une fois sec. Il attribue son succès à la présence d'une espèce de feutrage microscopique des métaux employés.

On a fait des essais dans les laboratoires de lampes de M. Kremenezky, de Vienne, et on dit que plusieurs de ces lampes ne consommant qu'un watt par bougie, avaient brûlé 3100 à 3500 heures, avec une diminution moyenne du pouvoir éclairant de 5 pour 100 et une diminution maximum de 11 pour 100. D'autres lampes dépensant 0,75 watt par bougie ont brûlé plus de 1000 heures avec une diminution de 5 pour 100. Le docteur croit que la vie en est presque illimitée, et il pense obtenir une plus grande économie encore avec une plus courte vie. On dit que les filaments sont bon marché; ils sont de même grandeur que ceux des lampes ordinaires au carbone, le procédé de fixation du filament est aussi le même. Dans les premières expériences, les tensions n'étaient que de 20 à 60 volts, mais on a déjà fait des lampes à 110 volts avec des filaments doubles, et on étudie des lampes à 220 volts. Il est possible que cette durée extraordinaire est due à la difficulté qu'éprouve le filament de brûler; il reste à voir si on obtient une durée aussi longue dans des conditions ordinaires d'emploi intermittent de la lampe.

Alternateurs commandés par moteurs à gaz. — MM. Siemens frères ont récemment invité des journalistes à leurs usines de Stafford, pour voir fonctionner deux alternateurs diphasés construits pour la municipalité de Johannesburg, suivant les données de MM. Mordey et Dawbarn. Les alternateurs sont prévus pour être accouplés à des machines à gaz et pour une puissance chacun de 1350 kw; ils tournent à 100 tours par minute, avec un facteur de puissance de 0,75. La tension normale par phase est de 3300 volts, et la fréquence 50. On a stipulé que la température des enroulements ne devrait pas excéder de 50° Fahrenheit la température ambiante, après avoir fonctionné pendant 12 heures à pleine charge. Le diamètre du stator est presque de 7 m, sa largeur de 25 cm. Il y a 60 pôles avec 480 encoches, c'est-à-dire 4 par pôle et par phase; l'entrefer, mesuré froid, est de 6,6 mm. La carcasse du stator est en fonte, en quatre pièces, maintenues ensemble par des boulons qui sont cachés, tout en étant accessibles. Les bobines du stator sont enroulées à l'avance et des tubes de mica sont façonnés sur la partie droite; ces tubes se projettent, lorsque la bobine est en position, au delà du noyau stator, et ils assurent une distance explosive suffisante pour la tension de la machine.

C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 26 février 1906.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 5 mars 1906.

Pas de communication présentant un caractère électrique.



Séance du 12 mars 1906.

Sur les forces électromotrices de contact entre métaux et liquides et sur un perfectionnement de l'ionographe. — Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. Lœvy. (Voy. les *Comptes rendus.*)

Séance du 19 mars 1906.

Sur la distillation du titane et sur la température du Soleil. — Note de M. Henri Moissan. (*Extrait.*) — Dans des recherches précédentes, nous avons démontré que, dans notre four électrique, l'or, le cuivre et les métaux de la famille du platine distillaient avec une grande facilité, que, de même, les métaux de la famille du fer, bien qu'il fût nécessaire d'augmenter l'intensité du courant, pouvaient tous être maintenus pendant un temps plus ou moins long à leur température d'ébullition. Parmi ces derniers, le molybdène et le tungstène ont exigé une intensité électrique très grande, mais ils ont pu cependant être régulièrement distillés. En un mot, il n'existe pas de métal qui ne puisse être liquéfié et distillé.

Nous avons établi depuis longtemps que, parmi les métalloïdes réfractaires, le bore et le carbone, chauffés à la haute température du four électrique et à la pression atmosphérique, passaient de l'état solide à l'état gazeux sans prendre l'état liquide. Au contraire, parmi les métalloïdes, le titane, que nous avons pu préparer au four électrique[1], prend, à cette haute température, l'état liquide. Nous avons démontré que, préparé par cette méthode nouvelle, le titane renfermait encore un minimum de 2 pour 100 de carbone.

Volatilisation du titane. — Nous avons utilisé, dans ces expériences, le dispositif décrit antérieurement et sur lequel nous ne reviendrons pas. 500 g d'une fonte de titane, préparés au four électrique et renfermant 3,2 pour 100 de carbone, ont été chauffés au four électrique avec un courant de 500 ampères sous 110 volts pendant 5 minutes. Le titane ne fournit de vapeur qu'à partir de la quatrième minute. Après l'expérience, le creuset renferme une masse dont la partie supérieure a été nettement fondue, mais qui n'a pas conservé l'horizontalité d'une surface liquide. Le carbure de titane fondu avait grimpé le long des parois du creuset sous forme d'une masse pâteuse qui tendait à retomber au milieu du creuset. La surface de ce carbure présente une couleur jaunâtre et est recouverte d'une couche fondue d'acide titanique. Audessous, la cassure laisse voir le carbure d'aspect brillant et les fragments qui se trouvent au fond du creuset sont soudés les uns aux autres et incomplètement fondus. D'après le poids de la fonte de titane qui reste dans le creuset, et d'après la quantité de carbone qu'elle contient, nous n'avons distillé que 9 g de ce métalloïde.

Tout autour du creuset et sur la chaux du four, on rencontre un abondant dépôt jaune d'un azoture de titane. La même substance va se trouver aussi sur les électrodes. La chaux, qui a été fondue à l'intérieur du four, est colorée en jaune beaucoup plus clair....

Nous avons répété l'expérience précédente avec 150 g de titane carburé dans les mêmes conditions de temps et de courant. Nous avons obtenu une distillation de 11 g de titane, ce qui est comparable à l'expérience précédente. Une autre expérience, d'une durée de 6 minutes, nous a donné une volatilisation de 17 g.

Pour obtenir une distillation abondante, nous avons employé un courant plus intense. 300 gr de titane ont été chauffés pendant 7 minutes avec un courant de 1000 ampères sous 55 volts. Les vapeurs apparaissent après 3 minutes et elles sont abondantes à la cinquième minute. Le tube froid a été recouvert d'une croûte épaisse formée de chaux et de titane distillés. Les fragments de titane, placés dans le creuset, ont été complètement fondus, mais la masse du carbure, après refroidissement, présente encore une surface qui n'est pas horizontale comme pourrait la fournir une masse pâteuse de verre soulevée par de grosses bulles de vapeurs. Dans cette expérience, nous avons distillé 110 g de titane....

Conclusions. — En résumé, bien que son point d'ébullition soit très élevé, le titane, de même que le fer, l'uranium, le tungstène et le molybdène, peut être distillé avec régularité.

Cet ensemble d'expériences sur la distillation des métalloïdes et des métaux nous conduit à une conclusion plus importante.

On sait quelles difficultés présente la détermination de la température de la surface solaire et combien les astronomes et les physiciens sont peu d'accord sur ce sujet.

Après que Waterston, le P. Secchi, Ericsson eurent indiqué des températures qui parurent illogiques, les expériences de Pouillet, de Soret, de Desains, puis la discussion de Vicaire, fixèrent cette température du Soleil de 1398° à 1700° C. Les déterminations de la constante solaire de M. Crova s'ajoutèrent à celles de Pouillet, puis les expériences poursuivies par notre confrère M. Violle vinrent apporter sur ce point de nouvelles conclusions.

Par deux méthodes différentes, M. Violle fut amené à conclure que la température moyenne probable de la surface solaire était comprise entre 2000° et 3000° C[1].

Plus récemment, M. W.-L. Wilson vient de publier des recherches sur ce sujet. En appliquant à ses déterminations le coefficient de transmission de Langley, lorsque le Soleil est au zénith et en le comparant à celui de Rosetti, la température de la surface solaire serait de 6085° absolus. En admettant aussi que la perte due à l'absorption par l'atmosphère solaire fût de un tiers, la température du Soleil serait de 6865° absolus[2].

(1) H. Moissan, Préparation et propriétés du titane (*Ann. d. Chim. et de Phys.*, 7e sér., t. IX, 1896, p. 229).

(1) Violle, *Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1874, p. 1425 et 1816, t. LXXIX, 1874, p. 746; t. LXXXII, 1876, p. 662, 729 et 896.

(2) Wilson, The effective temperature of the Sun (*Proceedings of the Royal Society*, t. LXIX, 1902, p. 312).

Sans avoir la prétention de résoudre une question aussi difficile, nos expériences y apportent cependant une modeste contribution.

Quelle que soit la forme extérieure de la partie visible du Soleil, nous savons que cet astre est formé des mêmes corps simples que la Terre ou plutôt que la plupart des corps simples qui se trouvent sur la surface terrestre se rencontrent aussi dans le Soleil. D'après les recherches spectroscopiques de Thalen, de Cornu, d'Hasselberg, le titane existe dans le Soleil de même que le fer, le chrome, le manganèse et le tungstène. Il est bien vraisemblable que le Soleil, à cause même de la grande quantité de chaleur qu'il rayonne, ne peut être formé seulement de matière gazeuses et qu'il doit contenir un noyau solide ou liquide. Nous venons d'amener à l'état gazeux, au moyen de l'arc électrique, tous les corps simples ou composés que l'on peut obtenir à la surface de la Terre. Or, la température maximum de l'arc électrique a été mesurée par M. Violle et reconnue voisine de 3500°. A cette température, tous les corps connus sont donc gazeux et, par suite, la température du Soleil ne devrait pas s'élever au-dessus de 3500°. Mais, nos expériences ayant été faites à la pression atmosphérique, il va de soi que des pressions plus grandes pourront modifier les phénomènes d'ébullition des différents corps simples ou composés. Seulement, ces températures seront loin d'atteindre les chiffres beaucoup trop élevés indiqués autrefois et elles oscilleront vraisemblablement entre le chiffre de M. Wilson, 6590° C., et ceux de M. Violle compris entre 2000° et 3000° C. en se rapprochant vraisemblablement de ces derniers.

Nouvelle résolution du problème de l'induction magnétique pour une sphère isotrope. — Note de M. Tommaso Boggio, présentée par M. H. Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus*).

Sur la résistance d'émission d'une antenne. — Note de M. C. Tissot, présentée par M. G. Lippmann. — Quand on se sert d'un indicateur thermique, comme le bolomètre, pour déceler l'effet des ondes électriques dans une antenne réceptrice, l'expérience montre qu'il existe une valeur particulièrement favorable de la résistance du détecteur.

Cette valeur favorable de la résistance de l'instrument de mesure peut être déterminée en intercalant, en série avec un bolomètre de faible résistance, des résistances non inductives croissantes dans l'antenne réceptrice.

On trouve que l'énergie absorbée par la résistance (totale) intercalée dans l'antenne passe par un maximum pour une certaine valeur de cette résistance. D'autre part, la représentation graphique du courant i en fonction de la résistance totale ρ donne une courbe d'allure hyperbolique. Les valeurs de i et de ρ sont bien reliées par une relation de la forme $i = \frac{a}{b+\rho}$ en attribuant aux coefficients a et b des valeurs constantes.

Si l'on désigne par Δ la déviation d'un détecteur thermique intercalé dans une antenne réceptrice en résonance, c'est-à-dire dans un résonnateur accordé, on peut déduire de la théorie de Bjerknes que l'on a

$$\Delta\gamma\delta(\gamma+\delta) = \text{const.},$$

quand on fait varier les décréments γ de l'oscillateur (antenne d'émission) et δ du résonnateur (antenne de réception), et que l'on opère à énergie émise constante.

Dans l'expérience présente, γ demeure constant et la variation de δ provient de l'addition des résistances non inductives dans l'antenne réceptrice.

Le décrément δ est la somme de deux décréments : δ_e qui représente l'effet du rayonnement; δ_j qui est dû à l'effet Joule.

Si l'on désigne par T la période du système, par L' sa self-induction *effective* (je donnerai plus loin la raison de cette dénomination), on a évidemment

$$\delta_j = \frac{R_0}{2L'}T,$$

R_0 étant la résistance ohmique du résonnateur considéré. On peut appeler *résistance d'émission* de l'antenne la résistance qu'il faudrait attribuer à l'antenne si elle ne rayonnait pas pour donner à l'amortissement la valeur qui résulte du rayonnement seul; et poser $\delta_e = \frac{R_e}{2L'}T$, la quantité R_e étant homogène à une résistance.

De sorte que l'on a alors

$$\delta = \frac{T}{2L'}(R_e + R_0) = mR.$$

De même, on peut écrire

$$\gamma = m(R'_e + R'_0) = mR',$$

le coefficient m ayant la même valeur puisque les antennes sont supposées accordées et de même forme. Comme les déviations Δ du bolomètre sont proportionnelles aux carrés de l'intensité, on a

$$i^2 = \frac{A}{RR'(R+R')},$$

en désignant par A une certaine constante.

L'addition d'une résistance non inductrice ρ dans l'antenne réceptrice revient au changement de R en $R+\rho$. Et l'on a

$$i^2 = \frac{A}{R'(R+\rho)(R+R'+\rho)}.$$

On voit que l'expression ρi^2 passe par un maximum pour une valeur

$$\rho_m = \sqrt{R(R+R')},$$

sensiblement égale à $R + \frac{R'}{2}$ si R' est petit par rapport à R.

C'est le cas, par exemple, quand γ se rapporte à une antenne *à bord* et δ à une antenne *à terre*.

Au même degré d'approximation, on peut mettre l'expression de i,

$$i = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{R'(R+\rho)(R+R'+\rho)}},$$

sous la forme

$$i = \frac{a}{b+\rho}, \quad \text{en posant} \quad b = R + \frac{R'}{2}.$$

Le coefficient b est donc sensiblement égal à la valeur de ρ qui rend ρi^2 maximum.

Pour la valeur $\rho = \rho_m = b$, le courant est réduit à la moitié de sa valeur.

Ainsi, l'énergie absorbée par un détecteur intercalé dans l'antenne est maximum quand la résistance de ce détecteur est égale à la résistance d'amortissement du système, c'est-à-dire quand le courant est réduit de moitié.

La valeur de ρ_m donne directement la valeur de la résistance d'émission R_e quand R_0 est négligeable ou simplement faible vis-à-vis de R_e.

Dans l'application de la relation $\delta = \frac{R_e}{2L} T$ au calcul de δ, on doit observer que ce n'est pas le coefficient L pour des courants superficiels homogènes qu'il faut introduire, mais un coefficient L' qui correspond à la distribution en onde stationnaire.

La relation suppose que l'on ait réalisé un résonnateur fermé (sans rayonnement) ayant même période que l'antenne, une capacité C' concentrée en un point et une self L' répartie uniformément. La résistance R_e de ce résonnateur est telle que $\delta = \frac{R_e}{2L'} T$.

On doit avoir pour ce résonnateur $T = 2\pi\sqrt{L'C'}$.

Tandis qu'on a pour l'antenne $T = 2\sqrt{LC}$.

On voit alors que l'on est amené, pour satisfaire aux conditions imposées au système, à prendre

$$L' = \frac{L}{\pi}, \qquad C' = \frac{C}{\pi},$$

en désignant par L le coefficient de self-induction de l'antenne (antenne et image) pour des courants superficiels homogènes.

Pour une antenne de longueur l, on a ainsi

$$L = 2l \, . \, 2\,\mathfrak{L}\,\frac{2l}{r}.$$

Dans l'exemple cité, $l = 55$ m, $r = 0,2$ cm

$$L = 2,4 \, . \, 10^5 \text{ cm}, \qquad T = 0,73 \, . \, 10^{-6},$$

$$L' = \frac{L}{\pi} = 7,6 \, . \, 10^4 \text{ cm}.$$

Si l'on prend $R = 70^{\omega} = 70 \, . \, 10^9$, on trouve

$$\delta = 0,34$$

qui est bien de l'ordre de grandeur du décrément de nos antennes.

Rayons X et activité génitale. — Note de M. F. Villemin, présentée par M. Alfred Giard. (*Extrait.*) — Des expériences récentes ont démontré que des rayons X appliqués localement ou non sur les testicules détruisent plus ou moins complètement la glande séminale. Schönberg [1] a exposé des lapins et des cobayes à l'action des rayons X pendant 300 à 1200 minutes; ces animaux conservent leur instinct génital, mais deviennent inféconds; ils n'ont pu féconder des femelles avec lesquelles ils ont cohabité pendant 5 à 6 mois. Bergonié et Tribondeau [1] ont étudié histologiquement les testicules de rats blancs soumis aux rayons X et sont arrivés aux résultats suivants : la glande séminale est détruite; il ne reste dans les tubes séminifères que le syncytium nourricier; mais les éléments sexuels peuvent se régénérer dans un temps relativement court (1 mois et demi environ après la dernière expérience). La glande interstitielle ne subit aucune modification et présente même une certaine hypertrophie. (Suit le détail des expériences.)

Les rayons X réalisent une dissociation entre les deux glandes du testicule. D'une part, ils détruisent l'épithélium séminal; d'autre part, ils respectent la glande interstitielle. Cette constatation, jointe à celle que nous avons faites sur l'état anatomique et physiologique de nos animaux considérés au point de vue génital, nous conduit aux considérations suivantes :

On sait que l'intégrité morphologique du tractus génital et que la conservation de l'activité sexuelle sont sous la dépendance du testicule. En effet, chez les cobayes adultes castrés, on voit assez rapidement la verge et surtout les vésicules séminales diminuer dans toutes leurs dimensions et, en outre, l'activité sexuelle disparaît d'une façon complète. L'intégrité du tractus génital et de l'instinct sexuel chez nos animaux démontre que l'action générale du testicule n'est pas sous la dépendance de la glande séminale, puisque la disparition de celle-ci n'a aucune influence sur ce tractus et cet instinct. Il nous faut donc admettre que cette action générale est sous la dépendance de la glande interstitielle, seule partie du testicule qui soit demeurée intacte après l'action des rayons X. La conclusion à laquelle nous sommes amené vient confirmer l'opinion d'Ancel et Bouin qui ont démontré, à la suite d'expériences de diverse nature, que, dans le testicule, la glande interstitielle seule possède une action générale sur l'organisme.

(1) A. Schönberg, Ueber eine bisher unbekannte Wirkung der Röntgenstrahlen auf Organismus der Tiere (*München. med. Wochenschr.*, 27 Okt. 1903, p. 1859).

(1) Bergonié et Tribondeau, Action des rayons X sur le testicule du rat blanc (*Comptes rend. de la Soc. de biol.*, 8 nov. et déc. 1904).

BIBLIOGRAPHIE

Les Procédés de commande à distance au moyen de l'électricité, par R. Frilley. — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris, 1906. — Format : 19 × 12 cm ; 190 pages. — Prix : 3,50 fr.

Ces procédés sont bien un des triomphes de l'électricité et ils prennent chaque jour une extension de plus en plus grande. En dehors de la souplesse des moteurs électriques toujours prêts à fonctionner et obéissant ins-



tantanément à l'action d'un transmetteur, la non moins grande souplesse des canalisations électriques, qui en facilite l'installation et la protection et dont les dimensions et l'encombrement sont toujours inférieurs à ceux des canalisations d'eau, de vapeur et d'air comprimé, a rapidement détrôné les appareils hydrauliques ou autres, d'une protection, d'un entretien et d'une réparation toujours difficiles.

Indépendamment des applications que nous en avons sans cesse sous les yeux dans les commandes d'ascenseurs, appareils de levage, ponts roulants et engins mécaniques de toute espèce, les Chemins de fer, la Marine, la Guerre y recourent de plus en plus, si bien que la description détaillée des appareils ainsi mis en œuvre serait une tâche presque impossible, surtout dans l'espace restreint constituant chaque volume des « Actualités scientifiques ». Aussi l'auteur se borne-t-il sagement à l'étude des *procédés* employés. Ils sont d'ailleurs suffisamment variés par les principes mêmes qu'ils mettent à contribution, électro-aimants, relais, pont de Wheatstone, étincelle d'induction, ondes hertziennes, etc., pour remplir utilement et de façon instructive la brochure qui leur est ici consacrée. Les schémas des connexions électriques relatives à chacun des procédés suffisent la plupart du temps à bien faire saisir l'intérêt et l'originalité de l'application, sans qu'il soit besoin de descriptions des *appareils* eux-mêmes, toujours faciles à imaginer. On regrette cependant, après avoir compulsé l'ouvrage, et c'est le meilleur éloge qu'on puisse en faire, que l'auteur ait été si limité dans son travail. Ce n'est peut-être, après tout, que le cadre ou l'essai d'une œuvre plus importante. Nous le souhaitons. E. BOISTEL.

Agendas Dunod pour 1906. — ÉLECTRICITÉ, par J.-A. MONTPELLIER. — *Dunod* et *Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 15×11 cm ; 500 pages. — Prix, relié en peau souple : 2,50 fr.

Ces Agendas, qui se publient sous six ou sept rubriques différentes condensant les diverses branches de la grande industrie, suivent dans leurs éditions successives les exigences de la demande et de la vente. Ils en sont, d'après le titre, à leur 28e édition de l'une ou l'autre spécialité, soit à une moyenne de quatre éditions pour chacune. En ce qui concerne l'électricité, la précédente datait, si nous ne nous trompons, de 1902 et cette dernière période de quatre ans n'a pas fourni grand appoint à sa devancière. Il en est forcément ainsi de tout précis dont l'objet est d'exposer, ou plutôt de résumer, les principes immuables d'une science dont les applications se multiplient chaque jour davantage. — A cet égard, si l'on peut regretter le mal que se donnent trop souvent les auteurs en général pour se perdre dans des définitions fausses ou inexactes, sans aucun respect d'eux-mêmes ni de l'homogénéité, on n'adressera pas le même reproche à M. Montpellier. Il est parmi les électriciens un des rares qui comprennent que là où, en attendant mieux, on trouve un système raisonné et unifié, il faut prendre son bien, ne fût-ce qu'en vue d'un résultat profitable à tous, et, dans cet ordre d'idées, il a fidèlement emprunté au Formulaire de son collègue Hospitalier (sans le nommer d'ailleurs de peur de faire dire aux mauvaises langues qu'ils s'entendent comme larrons en foire), il a emprunté, disons-nous, tout ce que, avec un éclectisme répondant sans doute à un objectif déterminé, il a voulu mettre dans la première et technique partie de son agenda. — Dans une seconde partie il a groupé, toujours d'après le même auteur (dans *L'Industrie électrique*), la liste des Tramways électriques français et celle, par départements, des villes et communes de France dans lesquelles existe une distribution d'énergie électrique. — Une courte partie commerciale indique ensuite, par spécialités, une série de fournisseurs de matériel d'électricité. — Et, après les tables et formules usuelles inséparables de tout opuscule de ce genre, suivies du catalogue de la maison Dunod, les pages blanches datées constituant le véritable agenda complètent le volume en lui donnant un peu de corps.

Couverture souple en imitation de maroquin du Levant, couleur bleu de roi, tranches dorées, ce petit *vade mecum* a tout ce qu'il faut pour plaire et se recommande par ses excellentes intentions, rarement mais parfois trahies par inadvertance. E. BOISTEL.

Sur les Électrons, par sir OLIVER LODGE ; traduction NUGUES et PÉRIDIER. — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris, 1906. — Format : 19×12 cm ; 168 pages. — Prix : 3,50 fr.

Signé « Oliver Lodge » et honoré d'une préface de M. Langevin, ce volume des « Actualités scientifiques » mérite toute attention et considération, et nous remercions les traducteurs de nous l'avoir fait connaître. Nous nous inclinons devant lui avec tout le respect dû aux grands noms déjà attachés à l'étude de cette brûlante question ; mais, comme elle ne va à rien moins qu'à bouleverser les principes de nos prétendues connaissances antérieures qui en avaient déjà supplanté d'autres aussi solidement établies, en apparence, que leurs remplaçantes, nous attendrons patiemment, dans notre incompétence, que du choc des idées modernes « où l'on sent le début d'une époque nouvelle dans l'histoire de la Physique et de l'Électricité » jaillisse une lumière un peu plus claire pour nous que des affirmations, si dignes de foi qu'elles soient. Aussi bien ce fascicule n'est-il pas un exposé doctrinal de la question, mais une simple conférence faite, il y a plus de trois ans déjà, par l'éminent recteur de l'Université de Birmingham devant l'*Institution of Electrical Engineers*. Il porte d'ailleurs ce caractère familier dans la phrase imagée de l'auteur, dont les expressions pittoresques, très anglaises, auraient perdu toute leur saveur si l'on eût essayé de les rendre en un

français académique. Les traducteurs ont préféré, et nous ne pouvons que leur en savoir gré, serrer le texte de près en respectant ainsi, malgré la tournure étrangère et, à ce titre, peut-être un peu lourde de la phrase, la pensée primitive et claire, sous cette forme, du grand savant anglais.

Le résumé et la mise au point qui en sont donnés par M. Langevin dans sa remarquable préface sont assurément un des meilleurs appoints de cette œuvre. Nous les recommandons au lecteur. E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

357 074. — **Cowper-Coles.** — *Fabrication de lames, fils et tiges métalliques, etc.* (19 août 1905).

357 195. — **Deutsche Telephonwerke R. Stock und C°.** — *Distributeur principal pour bureaux téléphoniques* (16 mai 1905).

357 255. — **Bogni.** — *Modification à l'appareil Marse pour l'adapter à un système à signes multiples pour la transmission télégraphique* (25 août 1905).

357 253. — **Compagnie générale d'électricité.** — *Système combiné de téléphone et télégraphone haut parleur* (26 août 1905).

357 272. — **Société Accumulateurs Tudor.** — *Dispositif applicable au passage des bandes de connexion des accumulateurs clos* (26 août 1905).

357 301. — **Elektrizitäts-Actiengesellschaft Lahmeyer und C°.** — *Démarrage et excitation pour alternomoteurs à collecteurs* (28 août 1905).

357 331. — **Punca.** — *Perfectionnements aux moteurs commutateurs monophasés* (29 août 1905).

357 368. — **Lehmann.** — *Pôle de commutation avec excitation en série pour dynamos* (2 septembre 1905).

356 386. — **Compagnie française Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux systèmes de commande des moteurs à courant alternatif* (1er septembre 1905).

357 258. — **Aron.** — *Compteur d'électricité* (25 août 1905).

357 255. — **Société allemande Siemens-Schuckert.** — *Disposition pour influencer un circuit* (26 août 1905).

357 387. — **Compagnie française Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux interrupteurs à huile* (1er septembre 1905).

357 358. — **Société Badische Anilin und Soda Fabrik.** — *Arcs voltaïques stables de grandes dimensions* (30 août 1905).

357 254. — **Compagnie française Thomson-Houston.** — *Fabrication des filaments de charbon pour lampes à incandescence* (26 août 1905).

357 293. — **Bonnella.** — *Lampe électrique* (28 août 1905).

357 422. — **Poulsen.** — *Récepteur pour signaux de télégraphie sans fil* (1er septembre 1905).

357 562. — **Ryf.** — *Microphone* (8 septembre 1905).

357 509. — **Société Submarine Signal C°.** — *Appareils pour la transmission du son* (5 septembre 1905).

357 404. — **Hartung.** — *Accumulateur électrique* (12 août 1905).

357 464. — **Wagner.** — *Moteur électrique à courant alternatif* (4 septembre 1905).

357 533. — **Société Maschinenfabrik Œrlikon.** — *Machine électrique à réfrigération artificielle* (6 septembre 1905).

357 560. — **Engisch et Stern.** — *Élément galvanique avec commutateur* (8 septembre 1905).

357 434. — **Mills.** — *Assemblage des fils conducteurs aux bornes des piles électriques* (2 septembre 1905).

357 435. — **Soulier.** — *Redresseur mécanique de courants alternatifs* (2 septembre 1905).

357 439. — **Benassy.** — *Interrupteur électrique à clef de sûreté* (2 septembre 1905).

357 483. — **Société française des électrodes.** — *Cassette pour la cuisson des électrodes* (4 septembre 1905).

357 539. — **Hartig.** — *Fusible multiple avec mise en circuit d'un nouveau fusible* (6 septembre 1905).

357 558. — **Kowsky.** — *Transmission de la force par l'électricité* (8 septembre 1905).

357 527. — **Oliver.** — *Lampe électrique à arc* (6 septembre 1905).

350 332. — **Levylier.** — *Perfectionnements aux électrodes de pile secondaire* (22 novembre 1904).

350 333. — **Levylier.** — *Moyen pour éviter les couples locaux dans les piles secondaires* (22 novembre 1904).

357 621. — **Duchenne.** — *Transmission d'images photographiques à distance* (9 septembre 1905).

357 701. — **Poulsen.** — *Récepteur pour télégraphie sans fil* (13 septembre 1905).

357 601. — **Bouffort.** — *Emploi du vanadium et de ses composés pour accumulateurs* (2 août 1905).

357 659. — **Société Ateliers Thomson-Houston.** — *Prise de courant sans vis ni soudure pour shunt de balai* (12 septembre 1905).

357 691. — **Askew.** — *Batterie galvanique réversible* (12 septembre 1905).

357 694. — **Jacquet.** — *Porte-balais universel* (13 septembre 1905).

357 695. — **Latour.** — *Inducteurs de turbo-alternateurs* (13 septembre 1905).

357 624. — **Biliotti.** — *Dispositif conjoncteur thermique* (9 septembre 1905).

357 643. — **Berry.** — *Appareil de distribution de courants alternatifs* (11 septembre 1905).

357 644. — **Berry.** — *Distribution de courants alternatifs* (11 septembre 1905).

357 749. — **Société Siemens-Schuckert.** — *Mise en circuit et hors circuit de conducteurs à haute tension* (15 septembre 1905).

357 699. — **Société Deutsche Gasglühlicht Aktiengesellschaft (Auer).** — *Lampe électrique à incandescence avec corps éclairants noyés dans les extrémités de supports métalliques* (13 septembre 1905).

357 939. — **Gardner.** — *Perfectionnements dans les mécanismes pour actionner les coupe-circuits ou interrupteurs* (22 septembre 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société des Forces motrices de la Vis. — STATUTS. — TITRE PREMIER. — DÉNOMINATION. — OBJET. — SIÈGE. — DURÉE. — *Article premier.* — Il est formé, entre les propriétaires des actions ci-après créées, une Société anonyme, conformément aux lois qui régissent les Sociétés de cette nature.

Art. 2. — La Société prend la dénomination de *Société des Forces motrices de la Vis.*

Art. 3. — La Société a pour objet : l'établissement et l'aménagement d'une chute d'eau, au moyen de la dérivation des eaux de la Vis, sur les territoires des communes de Saint-Maurice (Hérault) et Rogues (Gard) ; la construction, l'installation et l'exploitation d'une usine destinée à utiliser la force motrice produite par la chute d'eau ainsi créée; la location, la vente et la distribution à distance de cette force motrice; toutes opérations se rattachant aux industries hydrauliques et électriques; et, généralement, toutes opérations industrielles, commerciales, financières et immobilières pouvant être nécessaires ou utiles à la réalisation des affaires de la Société.

Art. 4. — Le siège de la Société est à Paris, rue Pillet-Will, n° 8 (IX° arrondissement). Il peut être transféré en tout autre endroit, à Paris, par simple décision du Conseil d'administration, et en toute autre ville, en vertu d'une délibération de l'Assemblée générale.

Art. 5. — La durée de la Société est fixée à 60 années, à compter du jour de sa constitution définitive.

TITRE II. — APPORTS. — *Art.* 6. — M. Bernheim, d'une part, et MM. Falgairolle et Prat, d'autre part, apportent à la Société, chacun pour ce qui le concerne :

1° Les études, travaux et accords de toute nature, faits en vue de la constitution et de l'organisation de la Société, et afin d'assurer sa création;

2° Le bénéfice des promesses de vente que les apporteurs ont pu obtenir, pour tous les terrains nécessaires à la construction de la prise d'eau du canal, y compris les emplacements des cavaliers des terres en excès, de la chambre de mise en charge et de l'usine;

3° Le bénéfice de tous accords avec le Sud électrique, en vue de la vente d'énergie;

4° Le bénéfice de toutes autorisations administratives, ou autres, qu'ils ont pu obtenir à ce jour, ou qu'ils sont en voie d'obtenir, et relatives à la création de la force et à son transport.

La Société aura la propriété et la jouissance des biens et droits apportés, et elle sera subrogée et substituée dans tous les droits et obligations qui y sont attachés, à compter du jour de sa constitution définitive.

En représentation et pour prix de cet apport, il est attribué aux apporteurs :

1° Une somme de 50 000 fr, montant des dépenses exposées pour le compte de la Société par MM. Falgairolle et Prat;

2° 400 actions de priorité de 250 fr, libérées, de la présente Société;

3° Et 2400 actions ordinaires de 250 fr, libérées, de la présente Société.

Cette attribution sera répartie entre les apporteurs dans la proportion de leurs droits, savoir :

A M. Bernheim : 184 actions de priorité, et 1800 actions ordinaires;

A MM. Falgairolle et Prat, conjointement, la somme de 50 000 fr, 216 actions de priorité et 600 actions ordinaires.

Ces actions ne pourront être exigées avant la transmission régulière et sans charges des biens et droits apportés.

Sous cette condition, la somme sera versée dans le mois de la demande faite à la Société, et les actions à l'expiration du délai de deux années après la constitution de la Société; jusque-là, elles resteront soumises aux prescriptions de la loi du 1er août 1893.

TITRE III. — FONDS SOCIAL. — ACTIONS. — *Art.* 7. — Le fonds social est fixé à la somme de 1 250 000 fr; il est représenté par 5000 actions de 250 fr chacune, divisées en deux catégories distinctes, savoir :

2600 actions de priorité, ou actions privilégiées, dont 400 ont été attribuées en représentation des apports et 2200 seront souscrites contre espèces;

Et 2400 actions ordinaires, attribuées en représentation des apports.

Les droits respectifs des deux catégories d'actions sont indiqués sous les articles 37 et 40 ci-après.

Sauf le privilège des actions de priorité, les droits de toutes les actions sont identiques.

Le capital social peut être augmenté suivant les prévisions de l'article 38, et dans toute augmentation par la création d'actions à souscrire en espèces, les propriétaires des actions composant alors le capital social auront, à la souscription des nouvelles actions, un droit de préférence proportionnel au nombre de leurs actions, dans la limite fixée par l'Assemblée générale, et dans les formes déterminées par le Conseil d'administration pour chaque augmentation.

Art. 8. — Le montant des actions à souscrire est payable à Paris, savoir :

62,50 fr lors de la souscription;

Et les 197,50 fr de surplus, en vertu de délibérations du Conseil d'administration de la Société, qui fixent le montant et l'exigibilité des versements appelés.

Les appels de versements ont lieu au moyen d'avis insérés dans un journal d'annonces légales, à Paris, quinze jours à l'avance.

Art. 9. — Tout versement en retard porte intérêt de plein droit en faveur de la Société, à raison de 6 pour 100 par an, à compter du jour de l'exigibilité et sans aucune mise en demeure.

A défaut de payement des versements exigibles, la Société poursuit les débiteurs et peut faire vendre les actions en retard.

A cet effet, les numéros en sont publiés dans un journal d'annonces légales, à Paris, et, quinze jours après la publication, il est procédé à la vente des actions, aux risques et périls des retardataires, soit à la Bourse, par le ministère d'un agent de change, soit aux enchères publiques, par le ministère d'un notaire, sans mise en demeure et sans autre formalité.

Les titres vendus deviennent nuls et il en est délivré de nouveaux aux acquéreurs sous les mêmes numéros.

Le prix de vente est imputé, dans les termes de droit, sur ce qui reste dû à la Société par l'actionnaire exproprié, lequel reste passible de la différence en moins ou profite de l'excédent.

Tout titre qui ne porte pas mention régulière des versements exigibles ne peut être négocié ni transféré, et ses droits sont suspendus jusqu'à parfaite régularisation.

Art. 10. — Les actions sont nominatives jusqu'à leur entière libération; après leur libération, elles sont nominatives ou au porteur, au choix de l'actionnaire.

Les titres provisoires et définitifs des actions sont extraits de registres à souche, numérotés, frappés du timbre de la Société et revêtus de la signature de deux administrateurs, ou d'un administrateur et d'un délégué du Conseil d'administration.

Art. 11. — La cession des actions au porteur s'opère par la tradition du titre.

Celle des titres nominatifs a lieu par une déclaration de transfert inscrite sur les registres de la Société.

Les signatures du cédant et du cessionnaire peuvent être reçues sur le registre de transfert ou sur des feuilles de transfert ou d'acceptation.

Tous les frais résultant du transfert sont à la charge de l'acquéreur.

La Société peut exiger que la signature des parties soit certifiée par un agent de change ou un officier public.

Art. 12. — Les actions sont indivisibles et la Société ne reconnaît qu'un seul propriétaire pour chaque action; tous les copropriétaires indivis d'une action ou tous les ayants droit, à n'importe quel titre, même usufruitiers et nus propriétaires, sont tenus de se faire représenter auprès de la Société, par une seule et même personne, au nom de laquelle l'action doit être inscrite, si le titre est nominatif.

Art. 13. — Les droits et obligations attachés à l'action suivent le titre, dans quelque main qu'il passe.

La propriété d'une action emporte, de plein droit, adhésion aux statuts de la Société et aux délibérations de l'Assemblée générale.

TITRE IV. — ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ. — *Art.* 14. — La Société est administrée par un Conseil composé de six membres au moins et de douze au plus, pris parmi les associés et nommés par l'Assemblée générale.

Art. 15. — Les administrateurs doivent être propriétaires, pendant toute la durée de leur mandat, de chacun 40 actions au moins, affectées à la garantie de tous les actes de la gestion.

Les titres sont nominatifs, inaliénables, frappés d'un timbre indiquant l'inaliénabilité, et déposés dans la Caisse sociale.

Art. 16. — Les administrateurs sont nommés pour six ans, sauf l'effet du renouvellement.

Le premier Conseil est nommé pour six années sociales, par l'Assemblée générale constitutive.

A l'expiration de ce mandat, le Conseil est renouvelé en entier; ensuite le Conseil se renouvelle chaque année ou tous les deux ans, s'il y a lieu, sur un nombre suffisant de membres pour que la durée des fonctions de chaque administrateur ne soit pas de plus de six années.

Les membres sortants sont désignés par le sort, pour les applications des cinq premières années, et ensuite par ordre d'ancienneté. Ils peuvent toujours être réélus.

Le Conseil peut, provisoirement et sauf confirmation par la plus prochaine Assemblée, se compléter jusqu'au nombre maximum ci-dessus fixé, et, en cas de vacance par décès, démission ou autre cause, pourvoir au remplacement de tout administrateur, pour la durée restant à courir de son mandat.

Art. 17. — Chaque année, après l'Assemblée générale annuelle, le Conseil nomme, parmi ses membres, un Président et un Vice-Président.

En cas d'absence du Président et du Vice-Président, le Conseil désigne celui de ses membres qui doit remplir les fonctions de Président.

Art. 18. — Le Conseil d'administration se réunit aussi souvent que l'intérêt de la Société l'exige, au siège social, ou en tout autre endroit désigné par la convocation.

La présence de la moitié au moins des administrateurs en fonctions est nécessaire pour la validité d'une délibération, et toute délibération indiquera les noms des administrateurs en fonctions, présents ou absents.

Les délibérations sont prises à la majorité des voix des membres présents; en cas de partage, la voix du Président est prépondérante.

Tout administrateur peut se faire représenter par un collègue, sans qu'un administrateur puisse avoir plus de deux voix, la sienne comprise.

Art. 19. — Les délibérations du Conseil d'administration sont constatées par des procès-verbaux qui sont portés sur un registre spécial, tenu au siège de la Société et signés par l'administrateur qui aura présidé la séance et un des administrateurs qui y ont pris part.

Les copies ou extraits à produire en justice ou ailleurs sont certifiés par le Président du Conseil d'administration ou un administrateur.

Art. 20. — Le Conseil a les pouvoirs les plus étendus, sans limitation et sans réserve, pour agir au nom de la Société et faire toutes les opérations relatives à son objet :

Il représente la Société vis-à-vis des tiers, de toutes autorités et de toutes administrations.

Il touche toutes les sommes qui peuvent être dues à la Société, et donne toutes quittances et décharges.

Il autorise tous désistements et mainlevées, avec ou sans paiement; il consent toutes antériorités.

Il autorise toutes instances judiciaires, soit en demandant, soit en défendant, et représente la Société en justice.

Il traite, transige, compromet sur tous les intérêts de la Société.

Il consent tous traités, marchés, soumissions et entreprises, à forfait ou autrement; il statue sur les études, plans et devis proposés pour l'exécution de tous les travaux.

Il consent et accepte tous baux, avec ou sans promesse de vente.

Il achète, vend et échange tous biens et droits mobiliers, et tous immeubles et droits immobiliers.

Il consent tous transferts, conversions et aliénations de toutes valeurs mobilières quelconques.

Il fait tous emprunts, soit par voie d'ouverture de crédit, soit par voie d'émission d'obligations, soit autrement.

Il consent toutes hypothèques et antichrèses, tous nantissements et délégations et autres garanties mobilières et immobilières.

Il signe, accepte, négocie, endosse et acquitte tous billets, traites, lettres de change, chèques et effets de commerce; il cautionne et avalise.

Il détermine le placement des fonds disponibles et règle l'emploi des réserves de toute nature.

Il fixe les dépenses générales d'administration.

Il nomme et révoque tous mandataires, employés et agents, détermine leurs attributions, leurs traitements, salaires et gratifications, soit d'une manière fixe, soit autrement.

Il arrête les comptes qui doivent être soumis à l'Assemblée générale; et fait un rapport sur ces comptes et sur la situation des affaires sociales.

Il propose la fixation des dividendes à répartir.

Enfin, il statue sur tous les intérêts qui rentrent dans l'administration de la Société.

Les pouvoirs qui viennent d'être conférés au Conseil d'administration sont énonciatifs et non limitatifs de ses droits.

Art. 21. — Le Conseil peut déléguer tout ou partie de ses pouvoirs, pour l'expédition des affaires, à un ou plusieurs administrateurs, à un ou plusieurs directeurs, pris même en dehors de son sein.

Le Conseil détermine et règle les attributions de ou des administrateurs délégués ou directeurs, ainsi que tous cautionnements.

Il détermine le traitement fixe ou proportionnel à allouer aux administrateurs délégués, ou aux directeurs, ainsi que tous frais et indemnités de déplacement.

Le Conseil peut aussi conférer des pouvoirs à telle personne que bon lui semble, par un mandat spécial et pour un objet déterminé, avec ou sans faculté de substituer.

Art. 22. — Les administrateurs reçoivent des jetons de présence dont l'importance est fixée par l'Assemblée géné-

rale, et, en outre, l'attribution proportionnelle qui leur est faite par l'article 37.

Le Conseil répartit ces allocations, entre ses membres, comme il le juge convenable.

Titre V. — Commissaires. — *Art.* 23. — Il est nommé, chaque année, en Assemblée générale, un ou plusieurs commissaires, associés ou non, chargés de remplir les fonctions déterminées par la loi du 24 juillet 1867; s'il y a plusieurs commissaires, ils peuvent agir conjointement ou séparément.

Le ou les commissaires reçoivent une rémunération dont le chiffre est fixé par l'Assemblée générale.

Titre VI. — Assemblée générale. — *Art.* 24. — L'Assemblée générale, régulièrement constituée, représente l'universalité des actionnaires.

Les délibérations prises conformément aux statuts obligent tous les actionnaires, même les absents, incapables ou dissidents.

Art. 25. — L'Assemblée générale se compose de tous les actionnaires possédant 10 actions ou un nombre supérieur.

Tous propriétaires de moins de 10 actions peuvent se réunir pour former ce nombre d'actions et se faire représenter par l'un d'eux.

Sauf ce dernier cas, nul ne peut se faire représenter à l'Assemblée générale que par un mandataire, membre lui-même de l'Assemblée; la forme des pouvoirs est déterminée par le Conseil d'administration.

Art. 26. — Chaque année, il est tenu une Assemblée générale dans les six mois qui suivent la clôture de l'exercice.

L'Assemblée peut, en outre, être convoquée extraordinairement, lorsqu'il y a lieu.

La réunion a lieu au siège social ou dans tout autre local qui est déterminé par le Conseil d'administration.

Art. 27. — L'Assemblée générale annuelle et toutes Assemblées autres que celles appelées à délibérer sur les cas de constitution, modification aux Statuts et dissolution (art. 38, 39 et 42), doivent être composées d'actionnaires représentant le quart au moins du capital social.

Si une Assemblée générale ne réalise pas cette condition, une nouvelle Assemblée est convoquée, à quinze jours d'intervalle au moins de la première, et elle délibère valablement. quelle que soit la portion du capital représentée, mais seulement sur les objets à l'ordre du jour de la première réunion.

Les Assemblées qui ont à délibérer sur la constitution de la Société, sur des modifications aux statuts, sur la vérification d'apports en espèces ou en nature, et sur la dissolution, doivent être composées d'actionnaires représentant la moitié au moins du capital social.

Art. 28. — Les convocations sont faites par avis insérés dans un journal d'annonces légales, à Paris :

Vingt jours avant la réunion, pour les Assemblées annuelles;

Et dix jours à l'avance pour toutes autres Assemblées.

Ces délais sont réduits à cinq jours pour le cas de deuxième Assemblée prévu en l'article précédent.

Par exception, les convocations sont faites cinq jours à l'avance, pour les Assemblées délibérant sur la vérification d'apports en espèce ou en nature, augmentant le capital.

Pour les Assemblées extraordinaires, les avis doivent indiquer l'objet de la réunion.

Art. 29. — Les propriétaires d'actions au porteur doivent, pour avoir le droit d'assister à l'Assemblée générale, déposer leurs titres dans les caisses désignées par le Conseil d'administration, cinq jours au moins avant l'époque fixée pour la réunion; en cas de deuxième Assemblée, ce délai peut être réduit par le Conseil d'administration.

Il est remis à chaque déposant d'actions au porteur une carte d'admission pour l'Assemblée générale; cette carte est nominative et personnelle.

Les certificats de 10 actions nominatives au moins donnent droit à la remise de cartes d'admission à l'Assemblée générale, pourvu que le transfert ait lieu plus de quinze jours avant l'époque fixée pour l'Assemblée générale.

Art. 30. — L'ordre du jour est arrêté par le Conseil d'administration.

Il n'y est porté que des propositions émanant du Conseil ou qui ont été communiquées au Conseil, un mois au moins avant la réunion, avec la signature de membres de l'Assemblée représentant au moins un cinquième du capital social.

Il ne peut être mis en délibération que les objets portés à l'ordre du jour.

Art. 31. — L'Assemblée générale est présidée par le Président du Conseil d'administration et, en cas d'absence, par un administrateur délégué par le Conseil.

Les deux plus forts actionnaires présents et acceptants sont appelés à remplir les fonctions de scrutateurs.

Le Bureau désigne le secrétaire.

Art. 32. — Les délibérations sont prises à la majorité des voix des membres présents, à l'exception des décisions d'augmentation du capital social, qui doivent être votées à la majorité des deux tiers des voix des membres présents.

Chacun d'eux a autant de voix qu'il possède ou représente de fois dix actions.

Le scrutin secret a lieu lorsqu'il est réclamé par des membres représentant le dixième au moins du capital social.

Art. 33. — L'Assemblée générale annuelle entend le rapport du ou des commissaires, sur la situation de la Société, sur le bilan et sur les comptes présentés par les administrateurs.

Elle discute et, s'il y a lieu, approuve les comptes.

Elle fixe les dividendes à répartir, sur la proposition du Conseil d'administration.

Elle nomme les administrateurs et le ou les commissaires.

Et, en outre, l'Assemblée générale, en réunion annuelle ou extraordinaire, délibère et statue souverainement sur tous les intérêts de la Société, et confère au Conseil d'administration tous les pouvoirs supplémentaires qui seraient reconnus utiles.

Art. 34. — Les délibérations de l'Assemblée générale sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial et signés des membres du Bureau.

Les copies ou extraits, à produire en justice ou ailleurs, des délibérations de l'Assemblée générale sont signés par le Président du Conseil d'administration ou par un administrateur.

Après la dissolution de la Société et pendant la liquidation, les copies ou extraits sont certifiés par deux liquidateurs ou, le cas échéant, par le liquieateur unique.

Titre VII. — États de situation. — Inventaires. — *Art.* 35. — L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre.

Par exception, le premier exercice comprendra le temps écoulé entre la constitution définitive de la Société et le 31 décembre 1906.

Art. 36. — Le Conseil d'administration dresse, chaque semestre, un état sommaire de la situation active et passive de la Société.

Cet état est mis à la disposition des commissaires.

Il est en outre établi, à la fin de chaque année sociale, un inventaire contenant l'indication des valeurs mobilières et immobilières de la Société, et, en général, de tout l'actif et le passif de la Société.

Cet inventaire est mis à la disposition des commissaires quarante jours au moins avant l'Assemblée générale; il est présenté à l'Assemblée.

Titre VIII. — Partage des bénéfices. — *Art.* 37. — Les produits nets, déduction faite de toutes les charges, de tous amortissements et notamment de l'amortissement de tous capitaux d'emprunt, constituent les bénéfices.

Sur les bénéfices annuels, il est prélevé :

1° 5 pour 100 au moins des bénéfices pour le fonds de réserve prescrit par la loi; ce prélèvement n'est obligatoire que si le fonds de réserve est inférieur au dixième du capital social;

2° La somme nécessaire pour fournir aux actions un intérêt ou premier dividende sur le capital libéré ou réalisé et non amorti des actions, suivant le taux et dans l'ordre ci-après : d'abord et par privilège, 6 pour 100 aux actions de priorité, puis 5 pour 100 aux actions ordinaires, sans que l'insuffisance d'un exercice puisse être reporté aux exercices suivants :

Il est ensuite alloué 10 pour 100 du surplus au Conseil d'administration :

Et l'excédent est réparti, à titre de deuxième dividende, aux actions de priorité et aux actions ordinaires, sans distinction.

Sur cet excédent afférent aux actions, il peut être prélevé toutes sommes que l'Assemblée générale sur la proposition du Conseil d'administration, juge utile d'affecter à la formation de toutes réserves extraordinaires ou spéciales.

Le payement des intérêts et dividendes se fait, en une ou plusieurs fois, aux époques fixées par le Conseil d'administration.

Il est valablement fait au porteur du titre nominatif ou du coupon.

Tous intérêts et dividendes non réclamés dans les cinq ans de leur exigibilité sont prescrits au profit de la Société.

Titre IX. — Modifications aux statuts. — Dissolution. — Liquidation. — *Art.* 38. — L'Assemblée générale peut, sur l'initiative du Conseil d'administration, apporter aux présents statuts les modifications dont l'utilité sera reconnue.

Elle peut décider notamment :

L'augmentation du capital social, en une ou plusieurs fois, par voie d'apport, en nature ou contre espèces, par la création d'actions de priorité ou d'actions ordinaires;

La réduction du capital social, même par rachat d'actions;

La prolongation, la réduction de durée ou la dissolution anticipée de la Société, ou la fusion avec une autre Société;

Le transport ou la vente à tous tiers, ainsi que l'apport à toute Société, de l'ensemble des biens, droits ou obligations de la Société;

Les modifications peuvent même porter sur l'objet de la Société, mais sans pouvoir le changer complètement ou l'altérer dans son essence.

Art. 39. — En cas de perte des trois quarts du fonds social, les administrateurs doivent convoquer l'Assemblée générale de tous les actionnaires, à l'effet de statuer sur la question de savoir s'il y a lieu de prononcer la dissolution de la Société; le vote a lieu suivant le mode indiqué à l'article 32, mais tout actionnaire possédant moins de dix actions a droit à une voix.

Art. 40. — A l'expiration de la Société ou en cas de dissolution anticipée, l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, règle le mode de liquidation et nomme, s'il y a lieu, les liquidateurs.

Elle confère aux liquidateurs les pouvoirs qu'elle juge utiles pour la réalisation de tout l'actif mobilier et immobilier de la Société.

Elle peut les autoriser à faire la cession à tous tiers ou l'apport à toute Société constituée ou à constituer de la totalité ou de partie des biens, droits et obligations de la Société.

Pendant la liquidation, les pouvoirs de l'Assemblée générale continuent comme pendant l'existence de la Société; elle approuve les comptes de liquidation et donne décharge aux liquidateurs.

Après l'extinction du passif, le solde de l'actif sera employé au payement aux actions, de sommes égales au capital libéré et non amorti dans l'ordre suivant : d'abord aux actions de priorité, puis aux actions ordinaires.

Et le surplus, s'il y en a, constituant des bénéfices, sera réparti comme tel entre les actions de priorité et les actions ordinaires, sans distinction.

Titre X. — Contestations. — *Art.* 41. — Toutes les contestations qui peuvent s'élever entre les associés sur l'exécution des présents statuts sont soumises à la juridiction des tribunaux compétents du département de la Seine.

Les contestations touchant l'intérêt général et collectif de la Société ne peuvent être dirigées contre le Conseil d'administration ou l'un de ses membres qu'au nom de la masse des actionnaires et en vertu d'une délibération de l'Assemblée générale.

Tout actionnaire qui veut provoquer une contestation de cette nature doit en faire, un mois au moins avant la prochaine Assemblée générale, l'objet d'une communication au président du Conseil d'administration, qui est tenu de mettre la proposition à l'ordre du jour de cette Assemblée.

Si la proposition est repoussée par l'Assemblée, aucun actionnaire ne peut la reproduire en justice dans un intérêt particulier; si elle est accueillie, l'Assemblée générale désigne un ou plusieurs commissaires pour suivre la contestation.

Les significations auxquelles donne lieu la procédure sont adressées uniquement aux commissaires.

Aucune signification individuelle ne peut être faite aux actionnaires.

En cas de procès, l'avis de l'Assemblée devra être soumis aux tribunaux en même temps que la demande elle-même.

En cas de contestation, tout actionnaire sera tenu de faire élection de domicile à Paris, et toutes notifications et assignations seront valablement faites au domicile par lui élu, sans avoir égard au domicile réel.

A défaut d'élection de domicile, les notifications judiciaires et extra-judiciaires seront valablement faites au parquet du tribunal civil de la Seine.

Le domicile élu, formellement ou implicitement, entraînera attribution de juridiction aux tribunaux compétents du département de la Seine, tant en demandant qu'en défendant.

Titre XI. — Conditions de constitution. — *Art.* 42. — La présente Société ne sera définitivement constituée qu'après l'accomplissement des prescriptions de la loi du 24 juillet 1867.

Par exception, les Assemblées générales constitutives seront convoquées, selon le mode indiqué à l'article 28.

A deux jours francs, pour la première, délibérant sur la sincérité de la déclaration de souscription et de versement au capital, et sur la nomination du commissaire à la vérification des apports et avantages particuliers.

Et à cinq jours francs, pour la deuxième, statuant sur les apports et avantages et sur la nomination et l'acceptation des administrateurs et des commissaires.

Ces délais ne sont obligatoires que si tous les actionnaires ne sont pas présents ou représentés aux Assemblées.

Publications. — Pour les publications des présents statuts et des actes constitutifs de la Société, tous pouvoirs sont donnés aux porteurs des pièces.

Fait en huit originaux, dont six pour les publications légales.

A Paris, le vingt-six décembre mil neuf cent cinq.

Constitution. — La Société a été définitivement constituée, ainsi qu'il résulte : d'un acte de déclaration de souscription et de versement reçu par Me Grange, notaire à Paris, le 12 janvier 1906; et des deux Assemblées générales constitutives des 16 et 25 janvier 1906.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

57 238. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 344. 25 Avril 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

La grève des imprimeurs est la cause du retard de l'apparition de ce numéro. Nous prions nos lecteurs de nous en excuser.

INFORMATIONS

Le régime futur de l'électricité à Paris. — L'importance de cette question justifie la place que nous lui consacrons dans le présent numéro. A la veille de l'expiration des autorisations accordées par la Ville de Paris aux différents secteurs, il n'est pas sans intérêt d'examiner la situation de chacun de ces secteurs, ainsi que les solutions sur lesquelles le Conseil municipal aura à se prononcer pour résoudre le problème urgent et ardu qui lui est posé d'assurer le régime transitoire et le régime futur de l'Électricité à Paris.

Importation et exportation d'accumulateurs en Allemagne. — M. F. Grünberg donne, dans l'*Elektrotechnischer Anzeiger*, les renseignements suivants sur le commerce extérieur des accumulateurs en Allemagne, pour 1905 et 1904, les chiffres relatifs à 1904 étant placés entre parenthèses.

L'importation en Allemagne s'est élevée en tout à 9,0 (8,1) tonnes dont 6,6 (1,8) provenaient de France et 0,7 (1,9) de Belgique.

L'exportation a atteint 5129,2 (2971,5) tonnes, soit en Hollande 627 (502,5), en Angleterre 129,9 (152,3), en Belgique 120 (354,9), dans l'Argentine 442 (83,3), en Suède 592,6 (421,6), en Danemarck 595,4 (415,3), en Roumanie 28,8 (226,7).

On voit donc, d'après ces renseignements, que nous ne sommes pas du tout tributaires de l'Allemagne au point de vue des accumulateurs.

Usine hydraulico-électrique à Zurich. — La ville de Zurich songe à utiliser les eaux de l'Albula, qui peuvent fournir une puissance de 18 000 kw, et deux projets ont été dressés. L'un prévoit l'emploi de courants triphasés à 46 000 v, l'autre l'emploi de courant continu avec tension de 79 000 v entre pôles, avec point central à la terre, de sorte que la tension entrant en ligne de compte pour les machines, les appareils et les canalisations sera de 39 500 v. Dans les deux cas on a prévu une canalisation double; pour les courants alternatifs 6 fils de 50 mm² et pour le courant continu 2 fils de 36 mm² de section. Dans les portions en ligne droite on installera des poteaux en ciment armé, tandis que, pour les courbes et les traversées des rivières, on mettra des mâts en treillis. Tous les 20 km on installera des sous-stations permettant d'isoler une portion défectueuse de la canalisation. La dépense prévue pour l'usine est de 4 785 000 fr, soit 310 fr par kw, les dépenses pour la partie électrique du projet s'élèveront à 5 900 000 fr pour le cas des courants triphasés, et 5 500 000 pour le cas du courant continu.

La commande directe des métiers à tisser. — M. H. S. Knowlton donne dans *The Electrician* du 12 janvier quelques indications relatives à l'économie d'exploitation que l'on réa-

lise en actionnant individuellement les métiers à tisser au lieu de les actionner par groupes.

Dans un tissage de coton était installé un moteur d'induction de 46 kw actionnant par l'intermédiaire d'une transmission une série de métiers. Les frais d'établissement s'étaient élevés à 4925 fr pour le moteur et à 9850 fr pour la transmission, soit à 14 775 fr en tout. L'installation fut remaniée et chaque métier actionné par un moteur; on installa 10 moteurs d'induction de 0,74 kw et 64 de 0,57 kw. Les frais d'installation de ces moteurs se sont élevés à 24 550 fr, soit à 9775 fr de plus que pour le premier cas. Ainsi qu'il résulte des essais on peut économiser une puissance de 10,8 kw, ce qui correspond à une diminution de 1875 fr des frais annuels en comptant le kilowatt-an à 163 fr. L'intérêt du surcroît de dépense pour les moteurs individuels étant de 490 fr par an, l'économie réelle annuelle est de 1385 fr.

Dans une autre fabrique un moteur d'induction de 46 kw commandant un groupe a été remplacé par 28 moteurs de 2,2 kw, la puissance économisée a été de 5 kw environ, ce qui correspond à une diminution de 875 fr sur les frais annuels d'exploitation. A côté de ces avantages on a une production plus grande et le service est plus facile.

Le chemin de fer de Rochester à Syracuse. — Cette ligne doit être construite à double voie et aura une longueur de 120 km; elle sera exploitée électriquement; il y a actuellement 60 km en construction entre Lyons et Rochester. Les rails pèsent 35 kg:m pour la ligne en rase campagne et 45 kg:m à l'intérieur des villes. L'éclissage électrique est assuré par des rubans de cuivre de 150 mm² de section ayant une longueur de 25 cm à l'intérieur des villes; à l'extérieur ces rubans sont plus courts.

La canalisation de prise aérienne est soutenue par deux rangées de poteaux en bois distants de 26 m; elle est constituée par deux câbles nus en cuivre de 250 mm² de section supportés par les poteaux; les points d'alimentation sont à 300 m les uns des autres.

La canalisation à haute tension (33 000 v) est disposée en triangle au sommet des poteaux, avec une distance de 1,25 m entre fils. Les canalisations pour le téléphone et les signaux sont disposées à côté du côté extérieur à la voie.

L'usine génératrice sera érigée à Lyons et comprendra des turbines à vapeur Parsons actionnant directement des génératrices triphasées de 1500 kw et 3000 v à la fréquence 25; des transformateurs triphasés élèveront la tension à 33 000 v. On installera en premier lieu six chaudières Heinek de 265 kw à surchauffe. Entre Lyons et Rochester on installera trois sous-stations qui seront distantes d'environ 30 km l'une de l'autre et qui comprendront chacune trois convertisseurs de 400 kw ainsi que les transformateurs nécessaires.

La ligne sera aussi exploitée au moyen de courant alternatif simple. Les voitures motrices seront munies de quatre moteurs Westinghouse de 80 kw; elles seront munies de freins à air et auront une vitesse de 80 km à l'heure.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Charleville (Ardennes). — *Station centrale.* — Une industrie très nouvelle et très intéressante va s'installer en plein centre de Charleville, sous les allées, où l'usine est en construction. Il s'agit d'une station d'énergie électrique avec moteur à gaz pauvre qui : 1° fournira l'éclairage et la force motrice électrique à tout le quartier compris entre le cours d'Orléans, l'avenue de la Gare, le boulevard de la Gare, l'avenue de Mézières et la rue Daux, secteur vaste et important; 2° actionnera une fabrique de glace avec chambres frigoriques pour la conservation des denrées alimentaires de toute nature, procédé qui permet d'éviter par les fortes chaleurs des pertes sérieuses et qui a pris une grande extension dans de nombreuses villes.

Ces deux industries sont le complément l'une de l'autre. pour la bonne utilisation d'une façon permanente de la force motrice produite.

L'installation de cette partie a été étudiée et sera dirigée par une sommité de l'industrie frigorifique.

Les promoteurs de cette entreprise si intéressante et si moderne sont MM. Lemoine et Jacob, les spécialistes bien connus, qui donnent toute garantie pour le fonctionnement parfait de l'éclairage électrique.

Ils fondent, à cet effet, une société par actions dont ils seront les gérants, au capital de 120 000 fr. dont la plus grande partie est souscrite par eux et dont la constitution sera définitive sous quelques jours.

Montluçon (Allier). — *Transport d'énergie.* — Il paraîtrait qu'il vient de se fonder une société pour la création d'une station centrale hydraulico-électrique, utilisant un barrage sur le Cher, aux environs de Montluçon. Cette usine desservirait toute la région, fertile, on le sait, en établissements industriels de toute sorte.

Verzy (Marne). — *Station centrale.* — Le Conseil municipal de cette ville, dans une séance extraordinaire, sur la proposition de M. le Maire, après une discussion approfondie, a passé un traité avec M. Legeay (Gabriel), électricien, demeurant à Ville-sur-Tourbe, pour le remplacement de l'éclairage actuel par l'éclairage électrique.

Voici les principales lignes de ce traité :

1° Concession pour trente ans de l'éclairage public;

2° Changement radical du matériel existant, par un matériel neuf, au prix de 38 fr par lampe, tout compris;

3° Éclairage électrique tous les jours ordinaires de l'année, de la tombée de la nuit à onze heures du soir et jusque minuit les dimanches et jours fériés; éclairage toute la nuit aux fêtes locales et nationale ainsi que pendant les jours de vendange;

4° Le prix à payer par lampe pour l'année entière est de 48 fr, payable mensuellement, soit 4 fr par mois;

5° L'entretien du matériel établi sur la voie publique, ainsi que le remplacement des lampes usées sont aux frais de l'adjudicataire de l'éclairage;

6° Le concessionnaire, aussitôt l'autorisation préfectorale accordée, aura à verser un cautionnement de 2000 fr dans une caisse publique.

M. Legeay aura la faculté de s'entendre avec les particuliers en vue de l'éclairage privé.

L'énergie électrique fournie aux consommateurs sera vendue par abonnement d'un an au moins.

Ces abonnements seront consentis à forfait à raison de 4 fr par mois et par lampe de 16 bougies; 3 fr par mois et par lampe de 10 bougies; soit au compteur à raison de 0,10 fr l'hectowatt-heure.

Les compteurs sont acquis ou loués et installés aux frais des abonnés.

Les prix ci-dessus s'entendent pour la fourniture du courant depuis le coucher au lever du soleil, c'est-à-dire pour la nuit.

Les installations des abonnés à forfait seront exécutées par le concessionnaire suivant accord avec eux sans que toutefois les frais d'installation puissent dépasser 20 fr par lampe, sauf s'il y a luxe.

Le Maire de la commune de Verzy a un droit de surveillance et de contrôle pour la bonne organisation du service d'éclairage.



LE RÉGIME FUTUR DE L'ÉLECTRICITÉ A PARIS

Nous avons reproduit dans notre numéro du 10 décembre dernier le Rapport introduit le 8 novembre 1905 par M. le Préfet de la Seine au Conseil municipal dans lequel il était exposé que sur les sept *propositions faites,* trois *seulement méritaient d'être prises en considération, et que celle paraissant la plus avantageuse pour la Ville de Paris était le projet de la* Société d'études pour l'exploitation de l'énergie électrique à Paris (MM. Schneider et Cie et Mildé et Cie).

Malgré cet avis favorable, l'Administration, conformément à une délibération du Conseil municipal du 27 décembre, a décidé de recevoir jusqu'au 1er mars 1906, de nouvelles offres relatives à l'organisation du Régime futur de l'électricité à Paris.

Ces offres nouvelles sont au nombre de onze *(douze en y comprenant le projet Schneider-Mildé). Nous reproduisons ci-dessous le Mémoire introduit au Conseil municipal le 26 mars dernier par M. le Préfet de la Seine, mémoire dans lequel ces offres sont classées, ainsi que le Rapport de l'ingénieur en chef des services généraux d'éclairage qui analyse et discute ces propositions.*

Nous faisons suivre ces documents des observations qu'ils nous suggèrent.

MÉMOIRE DE M. LE PRÉFET DE LA SEINE

Paris, le 26 mars 1906.

Messieurs,

A la suite du mémoire que je vous ai présenté le 8 novembre 1905, touchant le régime futur de l'électricité à Paris, vous avez décidé, par une délibération du 27 décembre, qu'avant de vous prononcer sur les propositions de MM. Schneider et Mildé, qui vous étaient soumises, il y avait lieu de provoquer de nouvelles propositions.

Un appel dans ce sens fut publié le 8 janvier 1906; il indiquait le 1er mars comme terme du délai d'envoi; il ajoutait que les offres devraient être accompagnées de toutes pièces et de tous documents justificatifs, techniques et financiers, et qu'elles pourraient envisager :

1° Soit l'organisation d'un régime définitif comportant un régime transitoire de quelques années, utilisant ou n'utilisant pas l'outillage des Sociétés actuellement concessionnaires;

2° Soit l'organisation d'un régime futur indépendant de toute période transitoire.

Onze propositions ont été fournies par : 1° M. Koszarski; 2° la Société civile des Services publics; 3° M. Aboilard; 4° MM. Dubois, Lhuillier et Génard; 5° M. Faget; 6° la Société Lahmeyer; 7° M. Victor Popp; 8° la Société d'électricité de Paris; 9° M. Nave; 10° M. Sciama; 11° M. Coizeau.

Quant à MM. Schneider et Mildé, ils ont simplement déclaré maintenir leur projet, se déclarant prêts à accepter les conditions différentes mais équivalentes que la Ville désirerait imposer et offrant, pour faciliter la période transitoire, un tarif avec maximum unique de 0,7 fr le kw-h.

Vous trouverez en annexe le rapport dans lequel M. l'ingénieur en chef des Services généraux d'éclairage analyse et discute ces différentes propositions, de valeurs d'ailleurs très diverses, et qu'on peut résumer comme il suit :

Projets divers. — Quatre projets, ceux de M. Koszarski, de la Société civile des Services publics, de M. Aboilard et de MM. Dubois, Lhuillier et Génard sont à écarter comme ne constituant que des études incomplètes ou trop sommaires, sans références techniques et financières.

Trois autres projets, ceux de M. Faget, de la Société Lahmeyer et de la Société d'électricité de Paris ne solutionnent que la moitié du problème :

Projet Faget. — M. Faget demande une concession de 30 ans à partir du 1er juillet 1907; ce point de départ offre l'inconvénient de nécessiter une prolongation de concession, très courte il est vrai, pour quatre secteurs, et une résiliation pour deux autres, résiliation que M. Faget ne s'engage pas formellement à faire.

Les tarifs seraient décroissants de 1,25 fr à 0,75 fr et même éventuellement jusqu'à 0,50 fr le kw-h; la redevance au profit de la Ville serait de 0,10 fr par kw-h et de 40 pour 100 dans les bénéfices; mais M. Faget n'établirait que les canalisations et les sous-stations; il ne s'occuperait ni de la construction, ni de l'exploitation des usines auxquelles il achèterait le courant; son offre est donc insuffisante.

Par contre, la Société Lahmeyer et la Société d'électricité de Paris se chargeraient plus spécialement de fournir de l'énergie.

Projet de la Société Lahmeyer. — La première construirait des usines et les canalisations primaires; elle installerait le matériel des sous-stations dans des locaux à fournir gratuitement par la Ville de Paris; enfin elle livrerait le courant au prix de 0,12 fr le kw-h.

Projet de la Société d'électricité de Paris. — La seconde agrandirait son usine de Saint-Denis, établirait également les canalisations primaires et l'appareillage des sous-stations; elle mettrait le courant à la disposition de la Ville au prix de 0,07 fr le kw-h et, en plus, 115 fr par kw utilisé et par an.

On voit que ces deux derniers projets ne comportent pas la distribution depuis les sous-stations jusque chez l'abonné et laissent à la Ville la charge d'organiser cette distribution et d'opérer le transfert des abonnés de l'ancien au nouveau système.

En résumé, le projet Faget d'une part (transformation du courant primaire et canalisation); les projets Lahmeyer et de la Société d'électricité d'autre part (fourniture du courant primaire), pris isolément, ne résolvent que la moitié du problème; on est conduit à les écarter.

Les projets de MM. Popp et Nave se rapprochent beaucoup de celui de MM. Schneider et Mildé; considérés en eux-mêmes et sous réserve d'amendements notables en ce qui concerne M. Nave, ils mériteraient d'être pris en considération, mais en l'absence de toute garantie financière je vous propose de les écarter également.

Il ne reste donc plus ainsi en concurrence, avec MM. Schneider et Mildé, que MM. Coizeau et Sciama, dont les garanties techniques et financières sont sérieuses.

Ces trois projets ont comme points communs de comporter l'exploitation complète et d'être soumis à un régime technique de distribution à peu près identique.

Projet Coizeau. — Mais M. Coizeau, ne demandant la concession qu'à dater du 1er avril 1911, laisse à la Ville toutes les difficultés et les charges de la période transitoire; les tarifs seraient relativement modérés, 0,50 fr et 0,25 fr le kw-h; toutefois la durée de la concession serait de 35 ans et les redevances au profit de la Ville serait très réduites; 6 pour 100 de la recette brute et 15 pour 100 sur les bénéfices.

Projet Sciama. — Le projet Sciama ne prévoit la concession qu'à partir du 1er mai 1910; il laisse subsister pour la Ville la nécessité d'une entente avec les Secteurs pour la période transitoire; sans faire disparaître ces difficultés, M. Sciama s'efforce de les atténuer au moyen de dispositions qui, en avantageant les Secteurs, les inciteraient sans doute à consentir des prorogations, mais au prix de sacrifices qui retomberaient ultérieurement sur la Ville ou sur le consommateur.

Une autre disposition caractéristique du projet Sciama consisterait à laisser la Ville libre de fixer les tarifs, le concessionnaire en assurant le recouvrement.

Des recettes ainsi perçues on déduirait au profit de la Société Sciama :

1° L'intérêt à 4 pour 100 et l'amortissement avant le 31 décembre 1940 des frais de premier établissement;

2° Une somme de 0,045 fr par kw-h pour constitution d'un fonds de roulement de renouvellement du matériel;

3° Pour rémunérer la Société des dépenses d'exploitation une somme de 0,22 fr par kw-h tant que l'utilisation des usines n'atteindra pas 750 heures par an et de 0,125 fr par kw en excédent; ces chiffres seraient d'ailleurs susceptibles de varier en plus ou en moins suivant le cours des charbons;

4° Enfin, un quart des bénéfices restant après ces prélèvements.

L'ensemble de ces avantages semble élevé et de nature à assurer à la Société un bénéfice important mais, par contre, susceptible aussi d'entraver les emplois d'électricité que la Ville serait conduite à livrer à un prix très rapproché du prix de revient, comme pour la traction, la grosse force motrice, etc.

Il est surtout un point de ce projet qui appelle les plus expresses réserves en raison des conséquences que son acceptation pourrait présenter, c'est celui de la fixation des tarifs par la Ville.

Alors qu'avec les autres combinaisons un concessionnaire, limité seulement à des maxima, au-dessous desquels il reste libre de se mouvoir, trouvera toujours, dans l'appréciation qui lui est laissée, la combinaison qui attirera la clientèle, la Ville serait tenue à des règles bien plus rigides, qu'elle ne pourrait assouplir qu'en leur donnant une grande complexité et qui ne seraient susceptibles d'être modifiées que moyennant une procédure assez longue, aggravée par la préoccupation de tirer de l'électricité des ressources aussi fortes que possible pour le budget.

Dans tous les autres projets envisagés, on fixe les tarifs maxima; la Ville s'assure une redevance plus ou moins forte, mais elle ne court pas de risque.

Avec le projet Sciama, au contraire, la Ville devient à l'égard du concessionnaire responsable des conséquences puisqu'elle doit garantir l'amortissement du capital de premier établissement et la rémunération minima du concessionnaire; elle risque de se trouver en perte.

Ce renversement des situations respectives des deux parties me paraît inacceptable; il serait grave d'adopter un traité dans lequel le concédant encourrait à peu près seul les chances de perte.

Ainsi, les seuls projets nouveaux réellement complets au point de vue technique comme au point de vue financier sont ceux de MM. Coizeau et Sciama. Mais ces projets ne donnent pas de solution pour la période transitoire qu'il y a cependant le plus grand intérêt à confier à un exploitant unique, car, si la Ville est conduite à traiter directement avec les Secteurs, elle devra leur assurer certains avantages tandis que le concessionnaire unique, ayant la faculté de les intéresser dans l'exploitation future, leur accordera moins pour la période transitoire. A un autre point de vue, un exploitant unique aura moins de dépenses inutilisées parce qu'il s'organisera immédiatement en vue de l'avenir et les quartiers de Paris mal ou non desservis pourront espérer avoir plus rapidement satisfaction.

En somme, l'appel publié en vertu de votre délibération du 27 décembre dernier n'a pas provoqué de projets offrant à la Ville ou aux consommateurs, abstraction faite de la période transitoire, des avantages supérieurs à ceux qui déjà lui avaient été offerts.

Comme l'urgence d'une décision est impérieuse, que de nouvelles études et de nouveaux atermoiements ne pourraient que risquer de mettre la Ville et le public à la discrétion des Secteurs, je ne puis, tout bien considéré, que persister à recommander à votre acceptation le projet Schneider-Mildé dans lequel le passage de la période transitoire à la période définitive est solutionné sans risque pour la Ville, en même temps que les intérêts de la Ville et ceux des consommateurs sont bien sauvegardés.

Je vous rappelle toutefois que l'engagement de ces demandeurs expire le 1er juillet prochain.

Je vous prie, Messieurs, de vouloir bien en délibérer.

Le Préfet de la Seine,
Signé : J. de Selves.

RAPPORT DE M. L'INGÉNIEUR EN CHEF DES SERVICES GÉNÉRAUX D'ÉCLAIRAGE

A la suite de la délibération du Conseil municipal du 27 décembre 1905, un concours a été ouvert sur l'exploitation du régime futur de l'électricité à Paris, et l'avis suivant a été inséré dans les journaux :

« VILLE DE PARIS

« Régime futur de l'électricité

« L'Administration municipale de Paris porte à la connaissance des intéressés que, conformément à une délibération du Conseil municipal du 27 décembre 1905, elle recevra, *jusqu'au 1er mars* 1906, dernier délai, les offres ou propositions relatives à l'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

« Ces offres ou propositions pourront envisager :

« 1° Soit l'organisation d'un régime définitif comportant un régime transitoire de quelques années, utilisant ou n'utilisant pas l'outillage des Sociétés actuellement concessionnaires;

« 2° Soit l'organisation d'un régime futur indépendant de toute période transitoire.

« Elles devront être accompagnées de toutes les pièces et de tous les documents justificatifs nécessaires, techniques ou financiers.

« Ces offres et propositions devront être adressées à M. de Pontich, directeur administratif des travaux de Paris, à l'Hôtel de Ville, qui en accusera réception. »

« 8 janvier 1906. »

Il a été présenté 12 projets. (Voir le *Rapport de M. le Préfet de la Seine.*)

I. **M. Koszarski.** — L'auteur du projet ne fournit aucune référence technique ni financière. L'étude est très incomplète, elle n'indique notamment ni le régime technique, ni les tarifs.

II. **Société civile des Services publics de Paris.** — L'auteur du projet ne fournit aucune référence technique ni financière. L'étude est incomplète à tous égards; elle se borne presque exclusivement à tracer un programme d'entente avec les Secteurs actuels sans que rien permette de dire si les conditions indiquées seront acceptées par lesdits Secteurs.



III. **M. Aboilard.** — L'auteur du projet n'a pas, jusqu'à présent, fourni ses références financières. L'étude est sommaire et incomplète, et n'indique notamment ni les conditions de transfert de la propriété à la Ville en fin de concession, ni les conditions financières de rachat. La concession est demandée pour 30 ans à partir du 1er janvier 1909 et suppose, par conséquent, que la Ville aurait négocié d'autre part une prolongation des concessions actuelles jusqu'à cette date. — Le rachat pourrait avoir lieu à partir du 31 décembre 1923. Les redevances à la Ville sont celles du projet de la Société d'études (Schneider et Mildé). Les tarifs sont légèrement inférieurs; les compteurs sont mis gratuitement à la disposition des abonnés. Le régime technique est laissé au choix de la Ville dans le sens indiqué par la Commission technique.

IV. **MM. Dubois, Lhuillier et Génard.** — Les auteurs du projet ne produisent aucune justification technique et financière. Sauf le tarif de vente ils n'indiquent nettement aucune condition du traité, point de départ et durée de la concession, propriété de l'actif, etc. Le tarif uniforme de 0,30 fr par kw-h est contraire à ce qui est admis par tous les électriciens industriels, au moins pour le cas de Paris, et serait prohibitif pour beaucoup d'usages tels que la force motrice. Le système de distribution par courant continu haute tension, machines en série et batterie d'accumulateurs, courant secondaire continu dans tout Paris, ne paraît pas avantageux, il est contraire à ce qui se pratique actuellement et n'a pas été expérimenté jusqu'ici.

V. **M. Faget.** — M. Faget, qui a l'expérience des exploitations industrielles d'électricité, ne joint à son projet aucune référence d'ordre financier.

La concession serait de trente ans avec faculté de rachat au bout de sept ans, à charge par la Ville de payer les amortissements restant à faire et de payer en outre à la Société, pendant le temps restant à courir, une annuité égale au bénéfice constaté pendant les dernières années. La Ville deviendrait propriétaire de l'actif sans autre indemnité; elle deviendrait propriétaire gratuitement au bout de trente ans.

La date du 1er juin 1907, indiquée comme point de départ de la concession, nécessiterait une prolongation de un à deux mois pour quatre Secteurs et une résiliation anticipée pour les deux autres; résiliation que l'auteur du projet aurait la faculté de faire à ses frais et risques, mais qu'il ne s'engage pas formellement à faire.

Les tarifs maxima iraient en décroissant d'année en année, et seraient successivement de 1,25 fr, de 1 fr, de 0,85 fr, de 0,75 fr par kw-h. Éventuellement ils pourraient être abaissés jusqu'à 0,60 fr et 0,50 fr, suivant le quantum de la consommation totale et le prix de revient. Aucun maximum inférieur n'est spécifié pour la force motrice, ni directement, ni indirectement par le jeu de doubles tarifs.

La Ville recevrait uniformément 0,10 fr par kw-h et en outre 40 pour 100 des bénéfices. — La redevance uniforme par kw-h présente de sérieux inconvénients. Pour certains usages, tels que la force motrice, l'énergie électrique devra être vendue à des prix très bas, voisins de 0,10 fr par kw-h et parfois inférieurs. Une taxe uniforme de 0,10 fr serait prohibitive; si elle était fortement abaissée elle serait au-dessous de ce que la Ville peut légitimement demander pour d'autres usages de l'électricité comportant des prix élevés.

La Société ne construirait que les canalisations et sous-stations, et ne ferait que la transformation et la distribution du courant. Elle ne s'occuperait ni de la construction ni de l'exploitation des usines primaires auxquelles elle achèterait le courant. Le projet n'est donc pas complet par lui-même; il suppose une entente avec d'autres Sociétés de production, avec clauses assurant à la Ville, en cas de déchéance, l'usage des usines primaires.

VI. **Société Lahmeyer.** — La Société, constituée au capital de 1 000 000 de fr, ne présente pas par elle-même les garanties financières suffisantes et n'a pas indiqué d'autres références.

La Société se bornerait à la construction des usines primaires, canalisations primaires et matériel des sous-stations (la Ville fournissant gratuitement les locaux pour ces dernières) et vendrait à la Ville le courant à la sortie de ces sous-stations, à raison de 0,12 fr le kw-h. Toutefois, la concession allant jusqu'en 1940, la Ville prendrait à sa charge 1/15e des dépenses pour matériel des sous-stations faites en 1926, 2/15es de celles qui seraient faites en 1927, etc. Les finances de la Ville se trouveraient ainsi doublement engagées, pour les locaux des sous-stations et pendant les dernières années pour le matériel de ces sous-stations.

La Ville aurait à pourvoir, d'autre part, à la construction des canalisations secondaires, à la distribution et à la vente du courant.

Un prix de vente uniforme est contraire à ce qui se pratique généralement dans les cas analogues; il est contraire à la vérité industrielle, le prix de revient total (y compris charges de capitaux) variant dans de très larges mesures suivant le régime de la production. Il amènerait fatalement la Ville à éliminer toute une classe de consommateurs, les consommateurs de force motrice, qui coûtent peu à satisfaire mais exigent des prix très bas; avec de tels clients la Ville ferait une perte si elle était au début grevée d'une charge uniforme.

Dans le projet assez sommaire qui est présenté, certains points de première importance sont passés sous silence, notamment : 1° la date du début de la concession, date très importante au point de vue des difficultés de la période transitoire; 2° les droits de la Ville sur l'actif à la fin de la concession; 3° le régime technique de la distribution secondaire qui a une grande influence sur la répartition des sous-stations et leur coût de premier établissement et d'exploitation.

Le projet ne comportant pas la distribution depuis les sous-stations jusque chez l'abonné n'est pas complet par lui-même. Il suppose l'organisation d'un service spécial pour cette distribution, et laisse à la Ville la charge du transfert des abonnés à l'expiration des Secteurs actuels.

VII. **Société d'Électricité de Paris.** — La Société présente par elle-même toute capacité voulue, technique et financière. Elle offre de prendre le service pendant 20 ans à partir de l'expiration des concessions actuelles.

Elle prévoit deux types de distribution au point de vue technique :

1° Dans la région centrale et dans la périphérie côté Nord-Ouest de Paris : courants primaires triphasés 10 000 volts, fréquence 25; sous-stations de commutation en courant continu, 2 . 110 volts ou 4 . 110 volts;

2° Dans la périphérie, sauf le côté Nord-Ouest : courants triphasés 12 000 volts, fréquence 42; sous-stations de transformateurs statiques donnant du courant biphasé à 2 . 110 volts ou à 4 . 110 volts.

La Société agrandirait en tant que de besoin son usine primaire de Saint-Denis; elle construirait les canalisations primaires et l'appareillage des sous-stations, le local de ces dernières étant fourni par la Ville.

Le courant serait vendu à la Ville, à l'entrée des sous-stations, à raison de 0,075 fr par kw-h, et en plus 115 fr par kw utilisé et par an.

La Ville aurait à établir les canalisations secondaires et à faire la distribution; elle percevrait les recettes sur les abonnés suivant tel tarif qu'il lui conviendrait d'établir. Bien que rien ne soit formulé, il semble que la Ville devrait gratuitement devenir, au bout des 20 ans, propriétaire des canalisations primaires et sous-stations, mais n'aurait aucun droit sur l'usine primaire, à titre gratuit ou onéreux. Enfin, la Ville

aurait à participer, dans une proportion non indiquée, aux dépenses de canalisations et sous-stations faites pendant les dernières années.

Le choix du régime technique est évidemment la suite du type suivant lequel est conçue l'usine actuelle de Saint-Denis.

La dualité du courant primaire, quoique regrettable, n'offre pas d'inconvénient grave pour un ensemble aussi considérable que Paris.

Pour la région à desservir finalement en courant alternatif, les opinions sont partagées entre les courants triphasés ou biphasés; la fréquence 50 serait préférable à la fréquence 42, comme donnant un éclairage plus stable, surtout avec les lampes à arc.

La tarification proposée est rationnelle dans la forme et les prix seraient acceptables comme premières bases de négociations. Il semblerait toutefois plus logique de ne mesurer l'énergie qu'à la sortie et non à l'entrée des sous-stations; ces dernières étant construites par la Société, elle doit demeurer responsable de leur rendement.

Tel qu'il est conçu, le projet ne résout qu'une partie de la question. La Ville aurait, d'autre part, à établir la canalisation, à organiser la distribution et à opérer le transfert des abonnés de l'ancien au nouveau système.

Le projet est très sommairement rédigé et ne constitue qu'un simple programme.

VIII. **M. Victor Popp.** — M. Popp ne fournit aucune garantie financière. Il est ancien directeur du secteur de l'Air comprimé. Il a été également concessionnaire à titre personnel de l'éclairage électrique des entrepôts de Bercy, concession qui a dû être rétrocédée à la Compagnie du Secteur de la Rive gauche.

Il offre deux projets distincts.

Le premier projet est calqué sur le projet Schneider-Mildé, avec de nombreuses améliorations quant aux chiffres : l'exploitation prendrait fin au 31 décembre 1933 au lieu du 31 décembre 1938. Le rachat des Secteurs est fait aux frais exclusifs du concessionnaire, sans que le prix de ce rachat grève l'exploitation future et intervienne dans le calcul des bénéfices à partager. Même en cas de cessation anticipée de l'exploitation, la Ville n'aurait rien à payer de ce chef. La redevance à la Ville sur les recettes brutes est de 10 pour 100 au lieu de 8 pour 100; le minimum garanti est de 4 500 000 fr à partir de 1915 au lieu de 4 000 000 de fr uniformément. Les tarifs présentent de légères diminutions sur ceux du projet Schneider-Mildé.

Ce projet serait très avantageux pour la Ville s'il s'offrait avec des appuis financiers de premier ordre. En raison même des avantages consentis et des bénéfices réduits qu'il laisserait à la Société, la Ville aurait à exiger des garanties particulières pour être sûre que les engagements pris seront tenus, et qu'elle ne verra pas sa responsabilité matériellement ou moralement engagée. Nous signalons tout particulièrement le rachat des Secteurs pour lequel la Ville ne saurait purement et simplement transférer ses droits à un tiers; elle resterait toujours responsable vis-à-vis des Secteurs, et garante du tiers qu'elle se serait substitué; elle ne doit donc donner cette garantie qu'après s'être prémunie contre tout risque de ce chef.

Le second projet est analogue au précédent, avec cette différence que la Ville, au lieu de percevoir deux redevances, l'une sur la recette brute, l'autre sur les bénéfices, n'en perçoit qu'une, naturellement plus forte, sur la recette brute. Jusqu'au 1er janvier 1915, la Ville toucherait une somme forfaitaire de 4 000 000 de fr par an. — A partir de cette date, la Ville toucherait 25 pour 100 de la recette brute avec minimum garanti de 4 800 000 fr. — Un taux uniforme aussi élevé serait fâcheux et porterait obstacle à certains emplois de l'électricité qui ne peuvent supporter une pareille surcharge.

D'autre part, en cas d'éviction anticipée, la Ville a à payer jusqu'à la fin normale de la concession (sans excepter les cinq dernières années comme dans le projet Schneider-Mildé) une annuité égale à la totalité (et non plus à la moitié comme dans le projet Schneider-Mildé) du bénéfice moyen des dernières années.

Nous ne pouvons que répéter ce que nous avons dit à propos du projet précédent en ce qui concerne les garanties financières.

IX. **M. Nave.** — M. Nave ne fournit aucune garantie technique ni financière.

Il a été, en 1903, déclaré concessionnaire d'un Secteur électrique dans le XVIIIe arrondissement. La déchéance a dû être prononcée en 1904, M. Nave n'ayant pas commencé l'exécution et n'ayant pas payé les droits de timbre et d'enregistrement.

M. Nave assumerait l'exploitation à partir de l'expiration successive des concessions actuelles et prendrait à sa charge le rachat des Secteurs.

La concession se terminerait au 31 décembre 1938.

Le projet est analogue au projet Schneider-Mildé, sauf les points suivants :

En cas de rachat, outre les amortissements restant à faire, la Ville aurait à payer jusqu'en 1938 une annuité égale au bénéfice moyen des dernières années.

Le régime technique comporterait exclusivement du courant primaire triphasé 10 000 volts, fréquence 50, et du courant secondaire continu basse tension. — La généralisation du courant continu dans tout Paris est tout à fait critiquable et ne trouverait guère de défenseurs. Son coût élevé dans les régions à faible densité de consommation entraverait fatalement le développement de l'électricité dans ces régions. D'autre part, si cette généralisation du courant continu était réalisée, la fréquence 25 conviendrait beaucoup mieux que la fréquence 50 pour le courant primaire.

La Ville toucherait simplement 15 pour 100 des recettes brutes.

Les tarifs, de même forme que ceux du projet Schneider-Mildé, seraient un peu plus bas : 0,75 fr et 0,25 fr jusqu'au 31 décembre 1912, et ensuite 0,45 fr et 0,15. Mais, d'autre part, la Compagnie prenant à sa charge les colonnes montantes, branchements et compteurs, imposerait des redevances *mensuelles* fixes calculées suivant un barème assez compliqué et pouvant atteindre pour les petites installations 1,80 par *hectowatt* installé, soit 18 fr par kilowatt. Suivant que ces abonnés seraient plus ou moins importants et nombreux dans un même immeuble, la taxe ainsi prévue pourrait être plus ou moins forte relativement au prix de revient. En général, elle sera excessive; de plus, elle frappera injustement les abonnés qui auraient déjà fait, ou dont les propriétaires auraient fait les frais des colonnes montantes, branchements, compteurs, etc. Elle ferait payer aux autres abonnés une dépense incombant plus légitimement au propriétaire, et cela vraisemblablement sans compensation de la part de ces derniers.

Enfin, il existe dans le projet une lacune qui emprunte son importance à la clause précédente relative aux tarifs. Dans quel cas et à quelles conditions le concessionnaire serait-il tenu de faire des colonnes montantes ou branchements ?

X. **M. Sciama.** — M. Sciama offre par lui-même les garanties techniques désirables et se présente avec l'appui financier du Comptoir d'Escompte. Les engagements de la Maison Breguet, de la Compagnie Thomson-Houston et de la Maison Sautter Harlé visent uniquement l'exécution technique et ne précisent aucune condition; ils s'adressent uniquement à l'auteur du projet; les Maisons en question ne contractent aucun engagement vis-à-vis de la Ville et ne lui garantissent nullement l'exécution du contrat.

Le régime technique serait celui qui est prévu au projet Schneider-Mildé. De même les conditions de transfert de l'actif à la Ville et en général les diverses clauses administratives et financières, sauf les différences signalées ci-dessous.

La concession aurait effet du 1er mai 1910 au 31 décembre 1940, avec faculté de résiliation à partir du 31 décembre 1920 moyennant la prise en charge par la Ville des amortissements restant à faire et le payement d'une indemnité une fois donnée égale à autant de fois 15 pour 100 du bénéfice moyen des dernières années qu'il resterait d'années à courir, sans que cette indemnité puisse être inférieure au bénéfice d'une année.

Les compteurs, branchements et colonnes montantes sont établis par la Société à ses frais exclusifs et loués par elle à son profit exclusif sans que les dépenses ou recettes interviennent en rien dans le compte des bénéfices dont il sera question plus loin. Ces installations ne reviennent pas à la Ville en fin de concession. Lui reviennent seules les usines, sous-stations et canalisations.

La Société se charge de toutes les constructions et de toute l'exploitation, y compris la perception des recettes.

Les tarifs de vente sont fixés par la Ville. Les recettes sont perçues au profit de la Ville sous déduction des sommes suivantes :

1° Intérêt et amortissement des dépenses de premier établissement, l'intérêt simple étant compté à 4 pour 100 et l'amortissement devant se terminer le 31 décembre 1940. Toutefois, en ce qui concerne les travaux faits pendant les quinze dernières années, faculté est laissée à la Ville de prolonger l'amortissement, en prenant à sa charge les annuités à partir de 1941 inclus;

2° Une somme de 0,045 fr par kilowatt-heure destinée à constituer un fonds de renouvellement du matériel. Si ce fonds n'est pas entièrement dépensé, le surplus reste propriété de la Ville;

3° Une somme de 0,22 fr par kilowatt-heure tant que l'utilisation des usines reste inférieure à 750 heures par an, et de 0,125 par kilowatt-heure en excédent. Cette somme est destinée à rémunérer la Société des dépenses d'exploitation proprement dites, non compris les dépenses du renouvellement du matériel payées par le prélèvement n° 2°. Elle serait diminuée ou augmentée suivant les variations de cours du charbon, à raison de 0,0025 fr par kilowatt-heure pour une variation de 1 fr par tonne de houille, le prix de base étant de 20 fr la tonne rendue aux environs de Paris (ce qui suppose une consommation de 2,5 kg par kilowatt-heure rendu au compteur de l'abonné, chiffre admissible). — L'ensemble de ces tarifs, sans être inacceptable, est plutôt élevé et assure à la Société un bénéfice important malgré les augmentations de prix de revient pouvant survenir en 30 ans. Il entraverait bien des emplois de l'électricité, traction, grosse force motrice pour lesquelles la Ville serait amenée à vendre presque au prix d'achat et aurait en plus à faire face aux charges du capital;

4° Un quart des bénéfices restant après les prélèvements précédents.

La Ville s'engage d'ailleurs à parfaire les trois premiers prélèvements si, par suite d'un abaissement excessif des tarifs, la recette était inférieure.

En conséquence de la date du 1er mai 1910 fixée pour le début de la nouvelle concession, la Ville devrait prolonger les Secteurs actuels jusqu'à cette date. Pour faciliter une entente à ce sujet, M. Sciama propose une série de dispositions qui constituent une des particularités de la combinaison.

La Ville n'aurait à demander aux Secteurs aucun sacrifice sur leurs prix de vente. Les diminutions de prix que la Ville voudrait réaliser seraient compensées par elle suivant entente à établir avec ces Secteurs. Le futur concessionnaire avancerait à la Ville les sommes qu'elle aurait à débourser de ce chef et les porterait au compte de premier établissement avec les conséquences que de droit quant au partage des bénéfices et au rachat. D'après les clauses de partage des bénéfices, la charge de l'abaissement de prix pendant la période transitoire serait ainsi répartie entre les divers exercices de la période définitive et supportée par la Ville ou les abonnés pour trois quarts et par le futur concessionnaire pour un quart.

Le futur concessionnaire mettrait à la disposition de la Ville, pour être mise par celle-ci à la dispositipn des Secteurs, l'énergie supplémentaire dont les Secteurs auraient besoin en sus de leurs moyens de production actuels, cela dans un délai de neuf mois après chaque demande. D'après les renseignements complémentaires fournis par M. Sciama, la limitation de la puissance supplémentaire à 1/10 de la puissance actuelle ne serait pas maintenne et l'engagement porterait au besoin sur la totalité du supplément de puissance nécessaire. D'autre part, la clause qui n'est pas libellée très clairement doit être entendue comme il suit : Le concessionnaire se fait fort de se procurer la puissance primaire nécessaire sans que la Ville ait à intervenir et ait aucune conséquence à supporter de ce chef. Avec l'autorisation de la Ville il ferait tous autres travaux depuis la sortie des usines primaires jusqu'aux façades des maisons, canalisations primaires, sous-stations, canalisations secondaires, ainsi que les transformateurs d'abonnés s'il y avait lieu; le tout serait porté au compte de premier établissement avec les mêmes conséquences que pour les dépenses causées par l'abaissement des tarifs. Suivant que la Ville voudrait ou non donner satisfaction immédiate au public dans une plus ou moins grande mesure, elle autoriserait plus ou moins de travaux de cette sorte, dont certains pourraient évidemment rester peu ou pas utilisés à l'avenir.

L'énergie ainsi fournie aux Secteurs (mesurée aux compteurs des abonnés ou en tout autre lieu de livraison) serait vendue par le futur concessionnaire à la Ville moyennant des prix supérieurs de 50 pour 100 à ceux qui sont admis pour la période définitive: la Ville la vendrait aux Secteurs à telles conditions qu'il lui conviendrait. Si la Ville fait payer simplement aux Secteurs le prix qu'elle aura payé elle-même, ces derniers auront encore un bénéfice très sensible par rapport aux prix de vente.

Grâce à ces combinaisons les Secteurs, suivant l'auteur du projet, ne pourraient que trouver avantage à la prolongation qui leur serait offerte et seraient mal fondés à la refuser.

Nous passons sous silence diverses clauses de détail qui seraient à amender, mais dont la discussion est inutile pour l'examen comparatif des divers projets. Signalons seulement les difficultés possibles sur l'imputation des dépenses au compte d'exploitation et entretien proprement dits, ou au compte du renouvellement.

XI. **M. Coizeau.** — M. Coizeau se présente avec l'appui de la Banque française du Commerce et de l'Industrie.

La durée de la convention serait de 35 ans à partir du 1er avril 1911. La Ville devrait donc traiter, d'autre part, avec les Secteurs actuels pour la période transitoire. Le rachat est possible après 15 ans, moyennant une annuité égale aux bénéfices des dernières années, et moyennant la prise en charge par la Ville des amortissements restant à faire. Moyennant ces sommes, et gratuitement au bout des 35 ans, la Ville devient propriétaire de l'actif.

Le courant primaire serait triphasé à haute tension; le courant distribué serait uniformément le courant triphasé à 4.110 v, fréquence 50. — C'est le type que nous avions jugé préférable dans l'hypothèse de la table rase, dans l'hypothèse où rien n'existerait à Paris. Étant donné la situation de fait actuelle, il nous avait paru meilleur de conserver pour la distribution aux abonnés, dans le centre de Paris, le courant continu à 2.110 v ou à 4.110 v. La Commission technique est allée un peu plus loin que nous dans cette

voie. Elle a été d'avis que si le courant alternatif s'imposait pour la périphérie, le courant continu restait préférable pour le centre, même dans l'hypothèse de la table rase. En définitive, le type distribution proposé par M. Coizeau, quoique parfaitement défendable, ne nous paraît pas le meilleur. Ajoutons que le service de la période transitoire entraînerait à d'assez fortes immobilisations pour travaux forcément conçus dans le sens des systèmes actuels de distribution. Ces immobilisations seraient inutilisables ultérieurement, dans une proportion d'autant plus grande que le régime futur s'éloignerait davantage du régime actuel. Il en résulterait avec le programme indiqué une perte plus forte sans compensation soit pour la Ville, soit pour le public.

La Ville toucherait : 1° 50 000 fr par an pour frais de contrôle; 2° 100 fr par an et par kilomètre de canalisation; 3° 6 pour 100 de la recette brute; 4° 15 pour 100 des bénéfices.

La Société conserverait la liberté de ses tarifs sous la seule condition de ne pas dépasser :

0,50 fr le kw-h pour l'éclairage et le chauffage;

0,25 fr le kw-h pour la force motrice et accumulateurs.

Les abonnés toucheraient en ristourne, au prorata non des sommes payées, mais de l'énergie consommée, 40 pour 100 des bénéfices.

Les fournitures faites en banlieue et les fournitures faites pour la traction ne donnent lieu à aucune redevance pour la Ville, ni à aucun partage de bénéfices entre la Ville ou les abonnés. — Cette clause peut être d'une application délicate, vu la difficulté de faire le départ des bénéfices dus aux fournitures donnant ou ne donnant pas lieu à partage. Le projet ne dit pas s'il serait fait une distinction analogue dans l'actif servant à ces deux sortes d'exploitation : au point de vue des annuités du capital de premier établissement, au point de vue du transfert de propriété à la Ville, au point de vue des charges de cette dernière en cas de rachat.

Nous laissons de côté bien des clauses analogues à celles du projet Schneider-Mildé, et bien d'autres clauses de détail dont la discussion est inutile ici, mais qui, le cas échéant, seraient à amender.

XII. Société d'études pour l'exploitation de l'énergie électrique à Paris (Schneider et Cie et Mildé et Cie). — La Société maintient son projet déjà analysé [1] dans notre rapport du 31 octobre 1905 joint au mémoire préfectoral du 8 novembre 1905, se déclarant prête à accepter les conditions différentes mais équivalentes que la Ville voudrait imposer et offrant, pour faciliter la période transitoire, un tarif avec maximum unique de 0,70 fr le kw-h. Nous ne pouvons que nous référer au rapport précité pour l'examen et l'appréciation de ce projet.

XIII. Comparaison des divers projets. — Les quatre premiers projets sont à écarter comme incomplets, ou défectueux, ou comme n'étant pas appuyés de garanties financières suffisantes.

Les projets Faget, Société Lahmeyer et Société d'électricité de Paris, pris chacun en soi, ne résolvent qu'une moitié du problème.

Si M. Faget entendait prendre la responsabilité de toute l'exploitation y compris l'achat de courant primaire, il devrait le stipuler bien nettement et indiquer les contrats qui lui en garantiraient la possibilité.

On aurait, il est vrai, une solution complète en associant, après amendements convenables, le projet de M. Faget (transformation du courant primaire et distribution) avec l'un des deux autres (fourniture de courant primaire). Mais il faudrait remanier et compléter les deux projets retenus, de façon qu'ils forment un tout bien cohérent et s'adaptent bien l'un à l'autre. On supprimerait peut-être les difficultés d'une longue période transitoire, mais il resterait toujours la difficulté du transfert des abonnés. Les Secteurs peuvent empêcher qu'on ne touche à leurs canalisations tant que dure leur concession, et cesser le service dès qu'elle est expirée. A défaut d'une entente avec eux, on aurait à envisager soit une interruption de service, soit la construction préalable de nouvelles canalisations, soit le rachat des Secteurs. Il y aurait à faire préciser les engagements de M. Faget à cet égard. L'entente serait toujours nécessaire avec les quatre Secteurs à courant continu pour le service entre l'expiration des concessions actuelles et la date du 1er juin 1907, si M. Faget maintient cette date. Resterait enfin à faire indiquer par M. Faget, et éventuellement par la Société Lahmeyer leurs moyens financiers.

Il y aurait pour tout cet ensemble de négociations une grande perte de temps à un moment où le temps est précieux pour la Ville et de grosses difficultés, si finalement on n'aboutissait pas. La combinaison resterait dans tous les cas bien compliquée et les tarifs élevés.

M. Popp d'une part, M. Nave d'autre part font des propositions qui, prises en elles-mêmes, et sous réserve d'amendements importants en ce qui concerne M. Nave, mériteraient d'être considérées. Mais l'absence de toute garantie financière nous oblige à les écarter jusqu'à nouvel ordre.

Restent en dernière analyse les trois projets de M. Sciama, de M. Coizeau et de la Société d'études (Schneider et Mildé).

Le projet Coizeau laisse à la Ville toutes les difficultés et les charges de la période transitoire entre l'expiration des concessions actuelles et le début de la concession nouvelle, difficultés et charges qui peuvent être très grosses et au sujet desquelles nous ne voyons pas pour le moment la possibilité d'une entente avec les secteurs dans des conditions satisfaisantes. Dans notre rapport du 31 octobre 1905 nous avons indiqué le peu de succès des négociations engagées à ce sujet en 1905. En échange de tarifs relativement modérés, il demande une durée de concession plus longue que les autres et ne donne à la Ville que des redevances très réduites, susceptibles il est vrai d'être relevées grâce à un relèvement parallèle des tarifs.

Le projet Sciama laisse subsister pour la Ville la nécessité d'une entente avec les Secteurs au sujet de la période transitoire. Il atténue, il est vrai, la difficulté de cette entente au moyen de dispositions qui constituent l'une des caractéristiques du projet, mais au prix d'importants sacrifices qui retomberont ultérieurement sur la Ville ou sur le consommateur, aucun motif ne permet de supposer que les sacrifices doivent être moindres avec cette combinaison qu'avec la combinaison Schneider-Mildé. En tout cas, la difficulté n'en subsiste pas moins. Le seul fait qu'une entente est nécessaire aux risques et périls de la Ville, et que les Secteurs peuvent arbitrairement s'y refuser, constitue un des gros inconvénients de la combinaison.

La seconde caractéristique du projet Sciama consiste à laisser la Ville libre de fixer les tarifs et les recettes, le concessionnaire prélevant simplement une part calculée suivant certaines règles. Le système présente, suivant nous, d'assez sérieux inconvénients.

La tarification de l'énergie électrique au mieux de tous les intérêts en jeu est chose fort complexe et il est inutile de rappeler à quelles interminables discussions elle a donné lieu. Un concessionnaire, libre de se mouvoir en dessous de certains maxima, pourra trouver dans son appréciation arbitraire la réponse qui convient à chaque cas. Si la Ville fixe elle-même les tarifs, l'arbitraire lui est interdit. Pour s'adapter à tous les cas de la pratique par des règles rigides, elle devra donner à ces règles une fort grande complexité et ne pourra les modifier qu'en suivant une procédure assez longue, le tout sans être absolument sûre d'arriver toujours au meilleur

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 décembre 1905, n° 335, p. 541.

résultat. On peut, il est vrai, passer outre à cet inconvénient et l'étranger nous en offre de nombreux exemples surtout dans le cas des régies directes. Mais les difficultés sont plus grandes à Paris, où l'on se préoccupe de tirer de l'électricité, pour le budget de la Ville, des ressources aussi fortes que possible. Si l'impôt, sous quelque forme qu'il se présente, est faible, la tarification doit se baser simplement sur le prix de revient pour chaque genre de consommation, prix dont l'évaluation est déjà délicate. Si l'impôt forme une part importante du prix de vente, il faut en outre se préoccuper des facultés du consommateur, des moyens qu'il peut avoir d'échapper à cet impôt. Dans le premier cas, on recherche le prix de revient; si le consommateur ne consent pas à payer ce prix, le producteur n'a pas intérêt à le conserver comme abonné. Dans le second cas, on n'aura toujours pas intérêt à conserver des abonnés au-dessous du prix de revient; mais à égalité de prix de revient on devra faire payer plus à l'abonné qui peut payer plus, qui n'aura pas la faculté de s'adresser à des concurrents tels que *gaz pauvre, distribution par ilots*, etc. Si le prix de revient est 100, on devra conserver tel abonné au prix de 110, parce qu'il donne encore un bénéfice, mais refuserait de s'abonner au prix de 120; au contraire, on devra faire payer 150 au client qu'on présume disposé à s'abonner même à ce prix. On voit combien seraient complexes des règles fixes devant prévoir, même approximativement, ces divers cas. Aussi croyons-nous que, dans la situation actuelle, la Ville a tout avantage à ne pas fixer elle-même les tarifs.

Dans la généralité des combinaisons proposées, les tarifs maxima sont indiqués au contrat; la Ville est assurée de toucher une redevance plus ou moins forte, mais ne court aucun risque de perte; le concessionnaire peut se trouver en gain ou en perte. La seule conséquence d'une erreur d'appréciation dans les chiffres fixés au contrat est que le concessionnaire ne réalise un bénéfice exagéré aux dépens de la Ville ou du consommateur. Une plus large participation de la Ville aux bénéfices, des clauses de rachat, etc., peuvent mettre dans une certaine mesure à l'abri de ces éventualités. — Avec la combinaison Sciama la situation est toute différente. La Ville fixant les tarifs est responsable de leurs conséquences; elle garantit l'amortissement des capitaux de premier établissement et la rémunération minima du concessionnaire; elle peut donc se trouver en perte. Au contraire, le concessionnaire est assuré d'une certaine rémunération par kw-h vendu, et peut encore avoir part aux bénéfices; il est sûr de retrouver toujours l'intérêt et le remboursement des capitaux engagés, et ne pourrait se trouver en perte que dans une faible proportion et dans un cas : celui où les dépenses d'exploitation seraient supérieures à la rémunération fixée d'avance dans le traité. C'est le renversement des situations respectives où dans la plupart des cas analogues se trouvent les deux parties.

A deux points de vue spéciaux, il y a tout avantage à confier à un même exploitant la période transitoire et la période définitive.

1° Si les Secteurs traitent avec la Ville la période transitoire seule, ils se réserveront un certain quantum d'avantages. Le concessionnaire unique aura la faculté de les intéresser à l'exploitation du régime définitif et pourra leur accorder moins en ce qui concerne la période transitoire considérée isolément.

2° Certains quartiers de Paris ne sont que peu ou pas desservis et désirent à juste titre avoir satisfaction à bref délai. Si l'on traite séparément, avec des exploitants distincts, la période transitoire et la période définitive, il faudra d'avance assigner à la période transitoire une durée déterminée assez longue pour permettre sûrement l'installation du régime définitif. Si l'on n'a affaire qu'à un seul exploitant, il n'y a pas à délimiter d'avance les deux périodes; l'intérêt de l'exploitant le conduira à raccourcir autant que possible la période transitoire. Or les dépenses de premier établissement pendant cette période transitoire risquent de rester en partie inutilisables pour le régime définitif. Raccourcir la période transitoire, c'est donc diminuer les sacrifices à faire pour une certaine somme de satisfaction donnée au public, ou augmenter cette somme de satisfaction pour un sacrifice donné. — D'autre part, le même exploitant, chargé des deux périodes, dirigera plus sûrement les travaux de la période transitoire en vue de la période définitive. Les dépenses inutilisées seront moins importantes qu'avec des exploitants distincts ayant des intérêts indépendants. Pour ce second motif, on aura moins de sacrifices pour une même somme de satisfaction donnée au public ou inversement. — En résumé, les quartiers jusqu'ici déshérités ont tout spécialement à gagner dans les combinaisons qui comporteraient la fusion des deux périodes.

Abstraction faite de cette question spéciale de la période transitoire, tel ou tel projet assure-t-il des avantages spéciaux à l'ensemble du public (Ville et consommateurs)? Il est impossible de chiffrer avec quelque exactitude les résultats possibles de combinaisons aussi différentes. Sur le montant de la consommation future, sur la nature de cette consommation, sur sa répartition entre les diverses catégories de consommateurs, sur le développement des travaux de premier établissement, sur le prix de revient d'exploitation, sur le prix de vente effectif, etc., on peut faire bien des suppositions diverses également plausibles, et dont telle ou telle ferait apparaître tel ou tel projet sous un jour plus favorable. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que, tout mis en balance, et abstraction faite des difficultés spéciales de la période transitoire, aucun des autres projets ne nous paraît supérieur au projet Schneider-Mildé. Nous donnons du reste dans le tableau ci-joint les conditions principales des huit derniers projets.

Nous avons, dans notre rapport du 31 octobre 1905, signalé les avantages du projet Schneider-Mildé. Après l'appel fait dans la plus large mesure à la concurrence, il reste le seul qui, dans des conditions convenables et sans engager les finances de la Ville, la décharge des troubles et risques de la période transitoire. Les deux autres projets retenus en dernier lieu exigeraient : d'une part, une entente avec leurs auteurs pour une mise au point définitive, mise au point qui a déjà été faite par les divers services administratifs pour le projet Schneider-Mildé; d'autre part, une entente avec les Secteurs. Le tout demanderait des délais assez longs et un seul refus remettrait tout en question; en cas d'échec, la Ville aurait perdu un temps particulièrement précieux et se trouverait en bien moins bonne posture pour de nouvelles négociations.

Nous avons fait connaître, dans notre rapport du 30 octobre 1905, quelques amendements dont le projet Schneider-Mildé serait encore susceptible et quelques avantages supplémentaires qu'on peut encore réclamer. Dans l'avenir, le gaz va se trouver très fortement imposé au profit de la Ville (environ 35 pour 100 du prix de vente). L'électricité le sera beaucoup moins, tandis qu'au point de vue d'une bonne justice distributive elle devrait l'être dans les mêmes proportions. Dans les dernières négociations à ouvrir, l'effort de la Ville devrait donc porter sur la redevance, plutôt que sur de nouveaux abaissements de tarifs ou sur une modification des conditions du rachat. Les consommateurs à bas tarifs sont précisément ceux qui peuvent le moins facilement supporter une augmentation de l'impôt. Si l'augmentation portait sur la part de la redevance proportionnelle à la recette brute, il conviendrait de laisser le chiffre de 8 pour 100 sur la consommation au tarif faible et de prélever une redevance plus élevée sur la consommation au tarif fort. Dans le même ordre d'idées, il conviendrait d'augmenter la part de bénéfice de la Ville dès que le concessionnaire aurait par exemple retiré 6 pour 100 de son capital.

En tout cas, l'article 58 du projet devrait être modifié conformément à la lettre de la Société en date du 28 fé-

	CONDITIONS GÉNÉRALES.	DÉBUT DE LA CONCESSION.	DURÉE DE LA CONCESSION.	FIN DE LA CONCESSION.	ÉPOQUE POSSIBLE DU RACHAT.	CONDITIONS DU RACHAT.
Faget	Le concessionnaire achète le courant primaire à d'autres industriels; il fait la transformation et la distribution.	1er juin 1907. Les conditions de rachat des Secteurs et de transfert des abonnés ne sont pas nettement indiquées.	30 ans.	1er juin 1937.	1er juin 1914.	Amortissements restant à faire. Annuité jusqu'en 1937 é[illegible] bénéfice moyen des d[illegible] années.
Lahmeyer.	Fourniture de courant primaire.	Non indiqué. Il y aurait à s'entendre avec les Secteurs, peut-être pour une période transitoire, en tout cas pour le transfert des abonnés.	Non indiquée.	31 décemb. 1940.	Non indiquée.	Non indiquées.
Société d'électricité de Paris	Fourniture de courant primaire.	Expiration des Secteurs. Il faudrait une entente avec ces derniers pour le transfert des abonnés.	20 ans.	1928.	Non indiquée.	Non indiquées.
Popp	Exploitation complète.	Expiration des Secteurs. Le concessionnaire prend gratuitement à sa charge le rachat des Secteurs et les difficultés de transfert des abonnés.	25 ans pour tout Paris, plus 21 mois pour partie.	31 décemb. 1933.	31 décemb. 1923.	1 et 2. Amortissements res[illegible] faire. 1. Annuité jusqu'en 1933 é[illegible] 1/2 du bénéfice moyen des [illegible]nières années. 2. Annuité égale au bénéfic[illegible].
Nave	Exploitation complète.	Expiration des Secteurs. Le concessionnaire prend à sa charge le rachat des Secteurs (au compte de premier établissement) et les difficultés du transfert des abonnés.	30 ans pour tout Paris, plus 21 mois pour partie.	31 décemb. 1938.	31 décemb. 1923.	Amortissements restant à faire. Annuité jusqu'en 1938 é[illegible] bénéfice moyen des d[illegible] années.
Sciama	Exploitation complète.	1er mai 1910. La Ville aurait à traiter avec les Secteurs pour la période transitoire et pour le transfert des abonnés.	30 ans.	31 décemb. 1940.	31 décemb. 1920.	Amortissements restant à faire. Indemnité une fois donnée é[illegible] autant de fois 15 pour 100 d[illegible] néfice moyen des dernières [illegible]nées qu'il reste d'années à [illegible]rir; au minimum le bé[illegible] d'une année.
Coizeau.	Exploitation complète.	1er avril 1911. La Ville aurait à traiter avec les Secteurs pour la période transitoire et pour le transfert des abonnés.	35 ans.	1er avril 1946.	1er avril 1926.	Amortissements restant à faire. Jusqu'en 1946, annuité égal[illegible] bénéfice moyen des der[illegible] années.
Société d'études . . (**Schneider-Mildé**)	Exploitation complète.	Expiration des Secteurs. Le concessionnaire prend à sa charge (au compte de premier établissement) le rachat des Secteurs et le transfert des abonnés.	30 ans pour tout Paris, plus 21 mois pour partie.	31 décemb. 1938.	31 décemb. 1923.	Amortissements restant à faire. Jusqu'en 1933, annuité égale à[illegible] du bénéfice moyen des der[illegible] années.



PROPRIÉTÉ DE LA VILLE A LA FIN DE LA CONCESSION.	RÉGIME TECHNIQUE.	REDEVANCE A LA VILLE.	TARIF MAXIMA PAR KW-H.	OBSERVATIONS.
Canalisations et sous-stations, à l'exclusion des usines primaires.	Courant primaire à déterminer. Courant secondaire partie alternatif partie continu.	0,10 fr par kw-h. 40 pour 100 des bénéfices.	1907-1908 . . . . . . 1,25 fr. 1908-1909 . . . . . . 1,00 1909-1910 . . . . . . 0,85 1910-1937 . . . . . . 0,75 Éventuellement à partir de 1910. . . 0,60 et 0,50	
Non indiquée. Ne pourrait porter que sur les usines primaires, canalisations primaires et sous-stations.	Primaire triphasé haute tension. Secondaire à la volonté de la Ville.	La Ville paie 0,12 fr par kw-h à la sortie des sous-stations; elle distribue et vend comme il lui convient.	A fixer par la Ville.	Locaux des sous-stations à la charge de la Ville, ainsi qu'une part croissante du matériel des sous-stations construites après la 15e année. Canalisations secondaires à la charge de la Ville.
Vraisemblablement les canalisations primaires et les sous-stations; à l'exclusion de l'usine primaire.	1° Primaire triphasé 10 000 v, fréquence 25. Secondaire continu 3.110 v. 2° Primaire biphasé 12 000 v, fréquence 42. Secondaire biphasé 4.110 v.	La Ville paie 0,705 fr par kw-h et 115 fr par kw et par an, à l'entrée des sous-stations; elle distribue et vend comme il lui convient.	A fixer par la Ville.	Locaux des sous-stations à la charge de la Ville, ainsi qu'une part croissante des autres installations faites vers la fin de la concession. Canalisations secondaires à la charge de la Ville.
Tout l'actif.	Primaire triphasé 10 000 v, fréquence 50. Secondaire continu 2.110 v, ou triphasé 3.110 v.	1° 10 pour 100 des recettes brutes. 45 pour 100 des bénéfices. Minimum 4 500 000 fr (jusqu'en 1912 4 000 000 fr). 2° D'abord 4 000 000 fr. Ensuite : 25 pour 100 des recettes brutes. Minimum 4 800 000 fr.	Double tarif. 1907-1912. . . 0,90 et 0,35 fr. 1913-1918. . . 0,65 0,25 1919-1933. . . 0,50 0,15	
Tout l'actif.	Primaire triphasé 10 000 v, fréquence 50. Secondaire continu haute tension.	15 pour 100 des recettes brutes.	Double tarif. 1908-1912. . . 0,75 et 0,25 fr. 1912-1938. . . 0,45 0,15 En plus, redevance mensuelle pouvant atteindre 18 fr par kw par mois pour compteur, branchement, etc. Pour la traction, 0,075 puis 0,06 fr.	
Tout l'actif, sauf les compteurs, branchements et colonnes montantes.	Primaire triphasé 10 000 v, fréquence 50. Secondaire continu 2.110 v, triphasé 3.110 v.	Bien que la Société fasse toute l'exploitation, y compris la perception des recettes, la Ville tarife à son gré, abandonne à la Société de 0,265 à 0,17 fr par kw-h et touche le surplus.	1907-1910, à fixer avec les Secteurs. 1910-1940, à fixer par la Ville.	Les compteurs, branchements et colonnes montantes restent en dehors de l'entreprise générale. Ils sont établis et loués par la Compagnie à ses frais et à son profit exclusifs.
Tout l'actif.	Primaire triphasé 10 000 v, fréquence 50. Secondaire triphasé 3.110 v.	100 fr par km de canalisation. 50 000 fr pour contrôle. 6 pour 100 de la recette brute. 15 pour 100 du bénéfice.	1907-1911, à fixer avec les Secteurs. 1911-1946, 0,50 et 0,25 fr, l'abonné reçoit d'autre part 40 pour 100 des bénéfices.	Les fournitures en banlieue et aux entreprises de traction restent au point de vue financier en dehors du présent contrat. Les postes de transformateurs sont établis sur ou sous la voie publique ou dans les immeubles municipaux.
Tout l'actif.	Primaire triphasé 10 000 v, fréquence 50. Secondaire continu 2.110 v, triphasé 3.110 v.	8 pour 100 de la recette brute. 45 pour 100 des bénéfices.	1907-1912, 0,70 fr (d'après la lettre du 28 février 1906). 1913-1922, double tarif 0,70 fr et 0,20 fr. 1923-1958, double tarif 0,60 fr et 0,15 fr.	

vrier 1906, qui accorde un maximum de 0,70 fr pour la première période. — D'autre part, le dernier paragraphe de l'article 5 devrait être complété de façon à y mentionner divers autres traités d'éclairage conclus par la Ville. Aucune difficulté n'est à prévoir sur ces points. — Nous indiquons à la suite du projet primitif ces diverses modifications.

En résumé, et avec ces quelques modifications, nous estimons que le projet Schneider-Mildé est de beaucoup le plus avantageux pour la Ville.

Si l'on en juge par le Rapport de M. Lauriol que nous venons de mettre sous les yeux de nos lecteurs, il ne semble pas que le dernier geste de la Ville de Paris en vue de recueillir des offres ou des propositions nouvelles relatives à l'organisation du *Régime futur de l'électricité* à Paris ait été un geste heureux. Les onze projets nouveaux n'ont pas trouvé grâce devant l'Administration qui continue à trouver le projet Schneider-Mildé le plus avantageux pour la Ville. En résumé, trois mois de perdus à un moment où le temps est un facteur si important pour l'étude et l'approbation d'une solution acceptable.

Or, le temps perdu limite singulièrement le champ des solutions acceptables ou même possibles.

Il n'est plus et ne peut plus être question de régie, directe ou indirecte, engageant un capital de 100 à 150 millions et demandant pour sa réalisation matérielle, eu égard aux autorisations et votes nécessaires, plusieurs années, si tout va bien.

On ne peut plus penser actuellement qu'à une prolongation de la durée des autorisations accordées aux Secteurs, dans des conditions à débattre, ou à une Société prenant à sa charge tout le paquet, c'est-à-dire le rachat du Secteur et le transfert des abonnés.

Or, il est bien évident que chaque Secteur fait le mort, attendant des propositions de la Ville, tandis que la Ville, de son côté, attend les propositions des Secteurs. Cette attitude expectante réciproque peut durer longtemps, alors qu'il est déjà trop tard, administrativement, pour arriver à une entente et à une solution. Cette solution ne présenterait, d'ailleurs, qu'un intérêt très relatif pour la Ville et les futurs abonnés. L'abaissement du prix de l'énergie électrique aurait comme conséquence un abaissement des redevances que ne compenserait certainement pas l'accroissement de la consommation, car une prolongation de quelques années ne serait pas suffisante pour engager les Secteurs à développer leurs réseaux de distribution. Cette extension de réseaux si divers n'est pas faite pour faciliter l'unification si désirée, et les sommes dépensées à cet effet le seront en pure perte pour tout le monde.

Il faut donc recourir, — et c'est là une solution devenue aujourd'hui inéluctable —, à un concessionnaire ou permissionnaire unique prenant à sa charge toute l'exploitation et faisant son affaire de la période transitoire que la Ville de Paris n'a ni le temps ni les moyens de solutionner.

Or, par une chance inespérée, le groupement formé par MM. Schneider et Mildé, sous le nom de *Société d'études pour l'exploitation de l'énergie électrique* à Paris veut bien jouer le rôle de terre-neuve; il offre toutes les garanties techniques et financières désirables, accepte un tarif très réduit et garantit à la Ville un bénéfice minimum de 4 millions par an jusqu'en 1938, avec possession de tout l'actif en fin de concession. Or les redevances totales des secteurs ont été :

En 1900, de	1 190 000 fr.
1901, de	1 270 000
1902, de	1 405 000
1903, de	1 525 000
1904, de	1 592 000

Du jour au lendemain, sans bourse déliée, la Ville voit doubler ses redevances. Nous ignorons si la Société d'études fait une bonne affaire, mais nous croyons que la Ville de Paris en ferait certainement une bonne en acceptant avec enthousiasme les propositions de MM. Schneider et Mildé.

Mais... il y a un gros MAIS. Une grande partie du Conseil municipal ne veut que la Régie, directe ou indirecte, et ne veut entendre parler ni de monopole, ni de concession, ni même de permission.

De plus, MM. Schneider et Mildé veulent une réponse définitive pour le mois de juillet prochain, c'est-à-dire dans deux mois.

Demander une solution définitive dans ces conditions, c'est demander la Lune...

Alors quoi?

Nous voudrions bien le savoir pour le dire.

É. HOSPITALIER.

LA QUESTION DES SECTEURS ÉLECTRIQUES DE PARIS

Cette question est une de celles qui vont dominer les discussions municipales au cours de l'année 1906; car une solution doit être apportée d'ici avril 1907, date à laquelle expire les premières concessions sur le régime futur de l'Électricité à Paris. Cette solution sera-t-elle définitive ou provisoire? On souhaite le définitif, mais en ne comptant que sur le provisoire.

Quoi qu'il en soit, il nous a paru utile d'examiner quelle serait la situation des secteurs, si la concession de chacun d'eux n'était tout au moins pas prorogée de quelques années, en un mot, si les Sociétés étaient amenées à liquider complètement à la fin de leur concession actuelle.

Comme on le sait, la fourniture du courant électrique à Paris, soit pour la lumière, soit pour la force motrice est dévolue à six secteurs :

La *Compagnie Edison*;
La *Société d'Éclairage et de Force par l'Électricité*;
La *Compagnie de l'Air comprimé* (secteur Popp);
Le *Secteur de la Place Clichy*;
Le *Secteur des Champs-Élysées*;
Le *Secteur de la Rive gauche*.

Pour les quatre premières Sociétés, les concessions expirent en avril 1907;

Pour la cinquième, en août 1908;

Pour la sixième, en décembre 1908.

Remontant à une époque où le transport de l'énergie électrique à grandes distances apparaissait, sinon comme un problème insoluble, du moins comme une grande difficulté, cette division en secteurs a eu pour conséquence une diversité dans les organisations, les installations et les modes d'exploitation qui aujourd'hui compliquent suffisamment le problème du régime futur de l'électricité. La différence des dates d'expiration des concessions n'est également pas de nature à simplifier ledit problème.

Aussi peut-on concevoir, en présence des progrès déjà réalisés en matière d'électricité, et surtout encore à réaliser dans le même domaine, qu'un plan d'ensemble pour la capitale, établi sur les données les plus nouvelles, seules économiques, mérite d'être étudié avec soin et par cela même ne puisse être adopté en quelques mois. C'est cette raison qui fait apparaître la nécessité d'un régime transitoire, mais celui-ci sera-t-il dévolu aux anciennes Compagnies ou à des nouveaux venus; l'Administration municipale se prononcera sur cette question ; mais, comme elle peut en retirer le bénéfice aux Sociétés existantes, il convient de se rendre compte de la situation financière qui sera faite, dans ce cas, à chacune d'elles, à la fin de leur concession respective.

C'est ce que nous allons essayer d'exposer :

La **Compagnie Edison** possède trois usines dans Paris et une à Saint-Denis, avec un champ d'exploitation comprenant 420 hectares, limité par les grands boulevards, depuis le faubourg Poissonnière jusqu'à l'Opéra et s'étendant entre ces limites jusqu'aux fortifications, entre l'avenue de Clichy et le boulevard Barbès. D'après son bilan arrêté au 31 décembre 1904, son actif net ressortirait ainsi :

14 203 279 fr — 3 435 187 = 10 768 082 fr.

Comme seules modifications à prévoir au bilan, avant l'expiration de la concession, il n'y a guère que celles devant résulter des bénéfices à provenir des exercices 1905 et 1906 et du premier trimestre 1907. D'après les résultats des exercices précédents, et en tenant compte d'une légère progression, on peut évaluer les bénéfices annuels, après payement de ce qui revient à la Société civile, à 3250000 fr environ, soit pour deux ans et trois mois 7312500 fr qui, après répartition des intérêts et dividendes, pourront laisser dans la caisse sociale une nouvelle somme de 5 millions portant l'actif net à 15080582 fr.

Bien qu'amorties au bilan, certaines installations et les quatre usines auront encore une valeur dont la réalisation, après partage avec la Société civile, peut atteindre facilement 5 millions, portant définitivement l'actif net à 20 millions en nombre rond.

Après avoir prélevé 10 millions pour le remboursement du capital de la Société à raison de 500 fr par action, il restera une somme de 10 millions, dont 35 pour 100 reviennent aux 14 000 parts de fondateur et 50 pour 100 aux 20 000 actions, ce qui représente pour les parts :

35 pour 100 de 10 000 000 = 3 500 000 : 14 000 = 250 fr,

et pour les actions :

50 pour 100 de 10 000 000 = 5 000 000 : 20 000 = 250 fr,

qui, joints aux 500 fr de capital remboursé, représentent définitivement 750 fr par action.

La **Société d'Éclairage et de Force par l'Électricité** possède trois usines à Paris et une à Saint-Ouen, avec un champ d'exploitation situé à l'est du *Secteur Edison*, embrassant les quartiers de la Villette et de la Chapelle et s'étendant jusqu'aux boulevards, entre la place de la République et le faubourg Poissonnière. Sa superficie est de 700 hectares.

D'après le dernier bilan arrêté au 31 décembre 1904 et, après réduction de 40 pour 100 sur la valeur des usines et installations appartenant à la Société, son actif net ressortirait ainsi :

12 469 133 — 1 205 908 = 11 263 225 fr.

En admettant que les bénéfices réalisés pendant les 27 mois restant à courir à cette date soient sensiblement les mêmes que ceux réalisés pendant les derniers exercices, la Société pourrait d'ici avril 1907, et tout en continuant à distribuer un dividende de 25 fr, augmenter ses disponibilités d'environ 3 millions, ce qui porterait l'actif disponible en fin de concession à 14 263 225 fr.

Le capital étant formé de 20 000 actions, celles-ci ayant à se partager la somme de 14 263 225 fr, il reviendrait donc à chacune d'elles 713 fr.

La **Compagnie de l'Air comprimé** (**Secteur Popp**) n'intéresse que fort peu le petit capitaliste, les actions étant restées dans un très petit nombre de mains.

Cette Compagnie possède trois usines et son champ d'exploitation est limité à l'est par les fortifications, depuis la porte de Romainville jusqu'à la Seine; à l'ouest, par la place de la Concorde, la rue Royale, les boulevards de la Madeleine, des Capucines et des Italiens; au nord, par les rues de Belleville, du Faubourg-du-Temple, les boulevards Saint-Martin, Saint-Denis et Montmartre; au sud par la Seine, du pont National à la Concorde.

De la situation financière de cette Société, après amortissement et dépréciation de 40 pour 100 sur la valeur des usines et installations, il résulte que son actif net ressortirait à 16 950 000 fr, auxquels il faudrait ajouter les bénéfices nets à obtenir d'ici la fin de la concession, 6 000 000 en chiffres ronds, soit au total 22 950 000 fr.

Le capital étant formé de 50 000 actions, il pourrait donc ainsi revenir 459 fr à chacune d'elles.

Le **Secteur de la place Clichy** ne possède qu'une seule usine établie à l'angle de la rue des Batignolles et de la rue des Dames. Cette usine reçoit le courant transformable de l'usine du *Triphasé* à Asnières. Son réseau est délimité au nord par les fortifications; à l'est par les avenues de Saint-Ouen et de Clichy, la rue de Clichy et la rue de la Chaussée-d'Antin; au sud par les boulevards des Capucines et de la Madeleine, la rue Royale et le faubourg Saint-Honoré jusqu'à la place Beauveau; enfin à l'ouest par la rue Miromesnil, l'avenue de Messine, le tour du parc Monceau et la rue de Prony.

De l'examen du bilan, arrêté le 30 juin 1905, il résulte que l'actif net peut ressortir à 10533000 fr après réduction de 40 pour 100 sur la valeur de l'usine et des installations.

A cette somme il convient d'ajouter la somme des bénéfices à réaliser, pendant les exercices 1905-1906 et 1906-1907, et dont le montant disponible pourra s'élever au total à 5 700 000 fr. L'ensemble s'élèverait ainsi à 16233000 fr.

Le nombre des actions formant le capital étant de 12 000, il pourrait, dans ces conditions, revenir à chacune d'elles 1352 fr, derniers dividendes compris.

Le **Secteur des Champs-Élysées**, quoique constitué sous forme de Société anonyme, est resté la propriété absolue d'un petit groupe, dont on peut considérer la Banque de l'Union parisienne comme partie principale. Sa situation financière très brillante permet aux rares intéressés de ne pas s'inquiéter outre mesure de la liquidation éventuelle en août 1908.

Le **Secteur de la Rive gauche** n'a qu'une seule usine établie à Issy (Seine). Son champ d'exploitation est de 2673 hectares et comprend toute la partie s'étendant entre la rive gauche de la Seine et les fortifications.



D'après son dernier bilan arrêté au 31 décembre 1905 et après dépréciation de 40 pour 100 sur l'usine et les installations, l'excédent du passif exigible sur l'actif réalisable s'élève encore à 1 369 284 fr: mais pour couvrir ce solde de la dette, il y aura les bénéfices des exercices de 1906, 1907 et 1908 qui pourront sans exagération s'élever dans leur ensemble à 4 500 000 fr.

Défalcation faite des 1 369 284 fr restant dus, l'actif net ressortirait à 3 130 716 fr.

Le capital de la Société étant formé de 18 000 actions, il reviendrait donc ainsi 173 fr à chacune d'elles.

De l'exposé des situations respectives des différentes Sociétés exploitant l'électricité à Paris, on voit donc qu'elles sont toutes préparées soit à la liquidation, si celle-ci leur est imposée par la force des choses, soit à la continuation de leurs exploitations, si elles y étaient appelées et cependant il n'y a que deux de ces Sociétés qui aient fait des propositions à l'administration : le *Secteur Édison* pour la rive droite et le *Secteur de la Rive gauche* pour son propre réseau. Il est vrai que deux autres concurrents se sont d'abord présentés : l'*Est Lumière* pour la rive gauche seulement et MM. *Schneider et Mildé* pour la ville entière. D'autres projets ont ensuite été déposés par divers, mais deux seuls ont pu être retenus par l'Administration préfectorale : l'un appuyé par le Comptoir d'Escompte et l'autre par la Banque pour le Commerce et l'Industrie.

Le *Secteur Edison* et l'*Est Lumière* offrent la moitié des bénéfices à la ville, le *Secteur de la Rive gauche* offre de porter cette participation à deux tiers à partir d'un certain chiffre.

Quant au groupe *Schneider et Mildé*, il offre à la ville un prélèvement de 8 pour 100 des recettes brutes, 45 pour 100 des bénéfices annuels, avec garantie d'un minimum de 4 millions pour le tout.

Il s'agirait, dans ce cas, pour les uns ou les autres, d'une réduction très importante des tarifs et d une concession pouvant aller jusqu'en 1950; mais avant qu'une décision soit définitivement prise par les pouvoirs publics, il y a encore place pour une solution transitoire de quelques années, jusqu'en 1912 probablement. F. MIRON.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La production et la distribution électrique de la musique. — Il paraîtrait qu'on expérimente en Angleterre une nouvelle invention du Dr Cahill pour produire et distribuer la musique à distance. Dans ce système, on ne produit de son qu'à l'appareil de réception, la génération et la transmission, comme dans le cas du téléphone, étant réalisées par des vibrations électriques. Cet appareil diffère, cependant, du téléphone par le fait qu'on n'insère aucun son au poste de transmission. Dans le cas du téléphone, il faut faire presque une demi-douzaine de transformations entre le récepteur et le transmetteur original. Il y a les cordes vocales dans les cas du langage parlé, des cordes ou les tuyaux sonores dans la musique instrumentale; puis il faut transmettre les ondes de l'appareil de production à celui qui donne naissance aux vibrations électriques, vibrations amplifiées par le microphone, puis transformées par la bobine d'induction et encore transformées au poste de réception au moyen d'un appareil magnétique en vibrations sonores. Ces transformations diverses ont pour effet de dénaturer la forme de l'onde, ce qui nuit sérieusement à la beauté musicale des sons.

Dans le système du Dr Cahill pour la transmission de la musique à distance, on emploie une batterie d'alternateurs de diverses fréquences. Ces alternateurs remplacent les cordes, les tuyaux sonores ou autres instruments musicaux. On transmet en agissant sur un clavier de piano, dont les touches actionnent des interrupteurs, qui mettent en circuit tel ou tel alternateur. Les alternateurs sont du type à fer tournant, les enroulements induit et inducteur étant sur un stator commun. La partie tournante en fer est montée sur des arbres qui sont couplés ensemble, et le nombre de pôles et les vitesses angulaires des pièces tournantes diverses sont combinées pour produire des notes se rangeant par cinq octaves. On dit que l'accord est très bon et absolument inaltérable. La pression d'une clef ferme le circuit du ton principal et un ou plusieurs autres circuits correspondant aux harmoniques de ce ton.

Un ton principal seul produit une note claire; l'addition du troisième et du quatrième harmonique d'intensité convenable produit le son d'une clarinette, tandis qu'il faut tous les harmoniques jusqu'au huitième pour imiter le violon. Une autre combinaison des harmoniques où les septième et huitième sont forts donne le son caractéristique d'une cloche. Un opérateur adroit peut ainsi combiner les harmoniques pour produire des timbres musicaux inconnus jusqu'à présent. On dit que les musiciens du laboratoire Cahill peuvent produire des effets crescendo qui ne sont pas inférieurs à ceux produits par un bon violon. Afin d'obtenir des vibrations très composées, par exemple, pour représenter le violon, le violoncelle, la clarinette et la flûte au même instant, on emploie un appareil appelé mélangeur de sons. Ces mélangeurs consistent en des bobines d'induction de formes spéciales ayant plusieurs circuits primaires dans lesquels on envoie les diverses vibrations, la vibration résultante dans le circuit secondaire étant équivalente aussi bien musicalement qu'électriquement aux diverses séries de vibrations introduites dans les circuits primaires. Par ce moyen il est possible de produire à distance l'effet d'un orchestre. Le téléphone récepteur est muni d'un grand pavillon et le résultat le plus curieux de ce système est qu'au lieu des vibrations faibles agissant sur un microphone, l'exécuteur peut se servir de la pleine puissance d'un grand alternateur ou d'un groupe d'alternateurs. Les distorsions de courbe qui peuvent se produire dans la ligne ou dans l'appareil récepteur n'ont pas une grande influence, car l'exécuteur entend ce qu'on écoute et peut s'arranger pour obtenir le résultat demandé par l'oreille. On dit que l'installation au laboratoire Cahill pèse presque 200 000 kg et a coûté à peu près 1 million de francs. On propose de relier les hôtels,

les restaurants; les théâtres et les maisons particulières avec le laboratoire pour qu'ils aient toujours de la musique.

Un nouvel appareil contre le mal de mer. — Sur le bateau *Patricia* de la ligne Hamburg-Amérique on a essayé un appareil très intéressant pour empêcher le mal de mer. En principe, l'appareil est de la plus grande simplicité, il consiste seulement en une grande chaise confortable, dont le siège est mis en vibration rapide par un électromoteur qui est relié aux canalisations d'éclairage du bateau. On y éprouve à peu près la même sensation que lorsqu'on est dans une automobile. Cette vibration diminue la sensation du mouvement de la mer, et le mouvement de bas en haut très lent du bateau est diminué par les nombreuses petites secousses que donne l'appareil.

Le succès qu'on a obtenu avec cet appareil, qui a été inventé par MM. Otto, de Berlin, a été remarquable. Aussitôt qu'une personne sent l'approche du mal de mer, elle s'assoit sur la chaise, et le mal disparait soit tout de suite, soit bientôt après, et, ce qui est assez remarquable, c'est que la guérison dure longtemps après que l'on est descendu de la chaise. Ceux qui sont très sujets au mal de mer, n'ont eu aucun soulagement immédiat, mais le malaise a disparu au bout de 10 heures.

M. Carl Heinrich von Siemens — Nous avons le regret d'annoncer la mort de M. Siemens qui a pris une part considérable dans la formation de la maison Siemens frères de Londres. Comme inventeur, son nom ne fut pas aussi connu que celui de ses frères, mais il avait beaucoup d'énergie et de persévérance, et il fut très capable comme administrateur et comme organisateur. Après la mort de son père, en 1839, il vécut pendant quelque temps à Lübeck et termina ses études à Berlin. Il entra comme débutant dans une fabrique de produits chimiques à Berlin, et après cela il aida son frère Werner dans l'établissement des lignes télégraphiques. En 1851, il représenta la maison à l'exposition universelle, à Londres, et en 1852, il vint à Londres pour se charger du bureau pendant l'absence de son frère Guillaume, à Birmingham. Mais dans la même année, la maison de Berlin avait accepté des contrats importants avec le gouvernement de Russie pour les télégraphes, et M. Carl y fut envoyé pour diriger les opérations. En 1869, M. W. Siemens trouva que son travail particulier absorbait tout son temps et son attention et il pria son frère, qui était à Saint-Pétersbourg, de le seconder dans la direction des affaires à Londres. Les plus importantes lignes de télégraphes étaient déjà établies en Russie, en sorte qu'il put accepter la proposition de son frère Guillaume pendant 11 ans, et pendant ce temps ils durent agrandir leurs usines de Woolwich et établirent l'usine de caoutchouc. Il a pris une part active dans la pose des câbles sous-marins: en 1874 il dirigeait l'expédition du nouveau bateau *Faraday* lors de son premier voyage. Il fut le premier qui réussit à relever du lit de l'Atlantique un câble sous-marin rompu. En 1880 il partit de nouveau pour la Russie parce qu'il trouvait que le climat anglais n'était pas bon pour sa santé, il prit de nouveau la direction de la maison Siemens de Saint-Pétersbourg. En 1892, à la suite de la mort du Dr Werner von Siemens, il retourna à Berlin, puis il prit la direction principale de la maison Siemens et Halske. Il fut aussi le directeur en chef de la maison Siemens frères de Londres, et il a conservé cette situation jusqu'à sa mort. Il s'est éteint à Menton ces temps derniers.

Une machine à courber les tuyaux. — Une nouvelle machine pour courber les tuyaux vient d'être lancée sur sur le marché par MM. Le Bas. On l'a nommée « la Parfaite » et on annonce qu'elle peut courber parfaitement, sans les remplir ou les chauffer, toutes espèces de tuyaux jusqu'à 2 cm de diamètre, ou si le tuyau est chauffé, jusqu'à 7 cm de diamètre, les courbes finies étant du rayon voulu et sans plis. La machine est facile à transporter, on peut la placer sur un banc, elle comprend principalement une poulie centrale et un bloc à courber; on la manie très aisément.

C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 26 mars 1906.

Contribution à l'étude de la décharge intermittente. — Note de M. G. Millochau, présentée par L. Lippmann. — Au cours d'un travail sur l'influence du mode de décharge dans les tubes à vide [1] j'ai été conduit à employer un système particulier d'électrodes, que je désignerai, par la suite, sous le nom d'*exploseur capillaire*.

Cet appareil se compose de deux fils métalliques de 2 mm de diamètre environ, placés en regard, sur un support convenablement disposé et coiffés chacun d'un tube de verre effilé par un bout, de manière que l'extrémité de ce tube présente une partie capillaire très étroite, l'ensemble ayant la forme d'un V renversé.

En écartant plus ou moins les deux tubes on fait varier la distance explosive et l'on peut obtenir un fonctionnement régulier. Les deux électrodes étant directement reliées aux deux pôles d'une bobine de Ruhmkorff, j'ai constaté que pour un diamètre déterminé du tube capillaire (fonction d'ailleurs de la longueur explosive) l'étincelle prend un aspect particulier, que les masses métalliques, situées dans le voisinage, sont le siège de phénomènes d'induction et qu'on en peut tirer des étincelles.

La grande netteté et l'intensité particulière du phénomène

[1] Ce travail m'avait été suggéré par une remarque que j'avais eu l'occasion de faire dans l'examen spectroscopique des gaz au Vésuve.



m'ont conduit à étudier cette étincelle explosive avec l'appareil suivant, dont le principe est celui du miroir tournant.

L'image de l'étincelle est projetée par un objectif sur une pellicule circulaire fixée sur un disque tournant très rapidement autour d'un axe perpendiculaire à son plan et passant par le centre de ce disque.

Cet appareil appartient à la collection de l'observatoire de Meudon et a été imaginé par M. Janssen, en 1888 (1).

Entre l'étincelle et l'objectif est placée une lame de verre à faces parallèles et verticales, ayant 35 mm d'épaisseur et qui peut tourner rapidement autour d'un axe vertical, d'un quart de tour environ, à la façon d'un obturateur circulaire.

Le ressort qui actionne ce système peut être plus ou moins tendu pour permettre d'obtenir des vitesses différentes.

L'image de l'étincelle décrit donc sur la plaque tournante une spirale analogue à celle produite pour l'enregistrement du son sur les disques du gramophone (2).

L'examen des épreuves obtenues montre qu'il ne s'agit pas ici d'une décharge oscillante proprement dite, mais d'une décharge *intermittente*, telle que celles déjà signalées par Feddersen (*Poggendorff's Annalen*, t. CIII, 1858, p. 69) et obtenues par lui en intercalant dans le circuit une résistance très élevée.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des photographies obtenues en dissociant l'étincelle à l'aide du dispositif décrit.

L'examen et la mesure d'une de ces épreuves montrent que les étincelles dont se compose la décharge se répartissent en groupes dont l'ensemble présente une certaine analogie avec le groupement des lignes dans les spectres de bandes.

Dans cette épreuve, j'ai pu distinguer quatre groupes, le premier comprend six étincelles séparées par des intervalles de 10,14 mm, 11,27 mm, 11,65 mm, 12,28 mm. Le deuxième est de six étincelles séparées par les intervalles : 10,59 mm, 11,57 mm, 11,98 mm, 12,79 mm, 12,20 mm. Le troisième de trois étincelles avec les intervalles 11,49 mm, 11,28 mm, et le quatrième, trois étincelles également avec les intervalles de 11,47 mm et 12,21 mm.

La première étincelle de chacun des deux derniers groupes est, pour le troisième, entre la deuxième et la troisième étincelle du premier groupe et, pour le quatrième, entre la troisième et la quatrième.

Les intervalles entre deux étincelles d'un même groupe correspondent à une intermittence d'environ $\frac{4}{10000}$ de seconde. Dans une Note parue aux *Annales de Wiedemann* (t. LIX, p. 768), Schott signale certaines particularités sur les effets lumineux obtenus dans un dispositif à tube capillaire différent de celui que j'ai employé.

Il a étudié l'influence du diamètre du tube et celle de la pression, mais pas celle de la distance explosive; il a constaté les effets mécaniques provoqués dans le tube par le passage de l'étincelle; mais les effets d'induction à distance lui ont échappé malgré leur remarquable intensité.

L'exploseur capillaire ne semble donc pas agir comme un véritable oscillateur puisque le mouvement de l'électricité n'y est pas proprement ondulatoire. Il se comporte comme producteur de chocs brusques qui déterminent dans les conducteurs voisins la mise hors d'équilibre de l'électricité qu'ils renferment. Celle-ci exécute alors dans chacun de ces conducteurs un mouvement oscillatoire dont la période est propre à ce conducteur suivant le mécanisme proposé par M. Poincaré pour expliquer la résonance multiple (1), mécanisme vérifié, comme on le sait, par les travaux de Bjerknes (2), Nils Strindberg (3) et Décombe (4).

J'ai obtenu des étincelles d'induction particulièrement brillantes en employant un résonnateur composé d'une grande longueur de fil très fin (0,1 mm) enroulé sur un disque de 0,30 m de diamètre et 0,02 m d'épaisseur, et dont les extrémités communiquaient avec les deux boules d'un micromètre à étincelles, relié d'autre part à de grandes capacités.

Les phénomènes paraissent d'autant plus nets et plus réguliers que le diamètre du tube capillaire est plus étroit.

L'introduction de selfs ou de capacités sur le circuit paraît conduire au même résultat. L'exploseur capillaire représente donc sous un faible volume un dispositif équivalent à celui résultant de l'emploi de selfs ou de capacités élevées.

Cette circonstance (5), jointe à l'intensité vraiment remarquable des phénomènes d'induction, montre qu'il y aurait intérêt à poursuivre l'étude de ce mode de décharge et peut-être aussi les conditions de son emploi dans la télégraphie sans fil.

(1) Cet appareil, construit par M. Chevallier en 1888, donne une vitesse de 170 tours par seconde.

(2) On pourrait obtenir le même résultat en substituant un miroir à la lame à faces parallèles.

(1) *Arch. de Genève*, t. XXV, 1891, p. 609.

(2) *Wied. Ann.*, t. LIII, 1894, p. 742, et LV, 1895, p. 121.

(3) *Arch. de Genève*, t. XXXII, 1894, p. 129.

(4) *Comptes rendus*, 1er sem. 1897, p. 1017.

(5) Le spectre de l'étincelle de l'exploseur est identique à celui de l'air avec étincelle condensée.

Nouvelles recherches sur les ampoules productrices de rayons X. — Note de M. Nogier, présentée par M. d'Arsonval. — Il résulte des recherches que nous poursuivons sur les tubes à rayons X que certains de ces appareils au moins ne produisent pas dans l'hémisphère opposé à l'anticathode un champ de rayons X d'intensité sensiblement constante. C'est le contraire de ce que l'on croyait jusqu'ici.

Dans des tubes *très mous* l'intensité du rayonnement X est *maxima* dans une région très voisine du bord de l'hémisphère fluorescent vert que nous appellerons l'*équateur röntgenien*.

La décroissance de ce rayonnement se fait graduellement à mesure qu'on se rapproche de l'endroit où une perpendiculaire à la surface de l'anticathode (au point frappé par le faisceau cathodique) vient rencontrer la

paroi de verre de l'ampoule. Il semble exister, suivant cet axe (*axe polaire anticathodique*), un minimum dans l'émission des rayons X.

La répartition des rayons dans l'hémisphère du tube opposé à l'anticathode se fait suivant une série de *petits cercles* parallèles à l'équateur röntgenien. En tous les points de ces petits cercles l'intensité des rayons X nous a paru *uniforme*.

Les tubes dont nous nous sommes servi étaient des ampoules de la maison Müller, de Hambourg, à anticathode ordinaire et à régulateur électrique. Ils donnaient des rayons 2 à 3 du radiochromomètre de Benoist.

L'inducteur était une bobine de Ducretet de 26 cm d'étincelle munie d'une soupape cathodique de Villard. Le courant au primaire était de 3 ampères et 80 volts. L'interrupteur était le nouvel interrupteur autonome de Gaiffe.

Le champ de rayons X a été étudié au moyen de bandes de papier au gélatinobromure d'argent, marque Lumière, placées sur une planchette découpée en demi-cercle. Tous les points du papier se trouvaient ainsi à égale distance du foyer anticathodique et recevaient un rayon d'incidence normale. Un intervalle moyen de 10 mm séparait le papier photographique de la paroi du tube.

Sur l'emploi de la lampe Cooper-Hewitt comme source de lumière monochromatique. — Note de MM. Ch. Fabry et H. Buisson, présentée par M. H. Deslandres. — Un grand nombre d'expériences d'optique exigent l'emploi d'une source intense de lumière monochromatique; tout progrès, dans cet ordre d'idées, permettant de faciliter l'exécution d'expériences difficiles, mérite d'être signalé.

On connaît les bons résultats que l'on obtient par l'emploi de l'*arc au mercure dans le vide* [1]; son spectre contient un petit nombre de raies très fines, faciles à isoler par des milieux absorbants convenables.

Depuis peu de temps, cette source de lumière, sous une forme légèrement modifiée, est entrée dans la pratique industrielle. Il nous a paru intéressant de voir quels résultats donne cette nouvelle forme d'arc au mercure, connue sous le nom de *lampe Cooper-Hewitt*.

Son spectre est identique à celui de la lumière des anciens arcs au mercure. La lumière est fixe, d'éclat intrinsèque uniforme. Les raies jaunes et vertes sont assez fines pour donner des interférences observables jusqu'à une différence de marche de 22 cm, c'est-à-dire jusqu'aux environs du numéro d'ordre 400 000. L'ancienne forme d'arc au mercure (modèle Perot-Fabry) donne à peu près le même résultat immédiat après l'allumage; mais, après un fonctionnement de quelques minutes, probablement par suite d'un échauffement de la vapeur, les raies s'élargissent et la limite d'interférence tombe à peu près à la moitié de sa valeur primitive. Au contraire, dans la lampe Cooper-Hewitt, la différence de marche indiquée comme limite correspond à un état de régime, qui peut se maintenir indéfiniment. Les raies jaunes donnent des interférences particulièrement nettes, et les phénomènes de disparition ou de dédoublement successifs, lorsque l'on emploie simultanément les deux raies, sont nettement observables jusqu'à de très grandes différences de marche.

Le fait que la lampe Cooper-Hewitt est maintenant construite d'une manière industrielle n'est pas un médiocre avantage. Elle peut fonctionner indéfiniment sans surveillance et consomme peu d'énergie; en résumé, elle constitue, pour beaucoup d'expériences d'optique, une source de lumière de premier ordre. Toutefois, la présence de satellites qui accompagnent les quatre raies intenses du spectre visible empêche l'emploi de ces raies comme étalons fondamentaux en spectroscopie.

[1] Fabry et Perot, *Sur une source intense de lumière monochromatique*. *Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 1156. — Voir aussi *Journal de physique*, 3e série, t. IX, 1000, p. 369.

Sur la préparation industrielle de l'hydrure de calcium. — Note de M. Georges-F. Jaubert, présentée par M. H. Moissan. — Le calcium métallique divisé, ainsi que M. Moissan l'a démontré [1], absorbe à chaud une molécule d'hydrogène pour donner un hydrure répondant à la formule CaH^2.

Cet hydrure, sous l'action de l'eau à la température ordinaire, se décompose d'une façon analogue au carbure de calcium, en produisant un très vif dégagement d'hydrogène pur, suivant la réaction

$$CaH^2 + 2H^2O = Ca(OH)^2 + 2H^2.$$

D'après cette équation 1 kg d'hydrure de calcium pur dégage 1143 litres d'hydrogène, mesurés à la température de 20°.

Nous avons entrepris et réalisé l'étude de la fabrication industrielle de ce nouveau produit. Cette fabrication se divise en deux phases :

1° *Fabrication du calcium métallique.* — Cette préparation a lieu par électrolyse du chlorure de calcium fondu. La puissance électrique nécessaire pour préparer 100 kg de calcium métallique par 24 heures est d'environ 20 volts et 7500 ampères, soit 150 kw [2],

2° *Fabrication de l'hydrure de calcium industriel.* — Cette fabrication consiste à chauffer le calcium métallique dans des cornues horizontales maintenues à haute température. Dans ces cornues circule un courant d'hydrogène gazeux que le calcium absorbe peu à peu. Après quelques heures de chauffe tout le calcium est transformé en hydrure.

Propriétés de l'hydrure de calcium industriel. — L'hydrure de calcium industriel se présente sous forme de morceaux irréguliers poreux, blancs ou gris; sa dureté est considérable. Il est insoluble dans les dissolvants usuels, instantanément décomposable par l'eau froide, de même que les carbures alcalins et alcalino-terreux.

Il titre environ 90 pour 100 de produit pur, le résidu étant formé en majeure partie d'azoture et d'oxyde. Dans ces conditions, 1 kg d'hydrure de calcium dégage, sous

[1] H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'hydrure de calcium*. *Comptes rendus*, t. CXXVII, 1798, p. 29.

[2] Ces chiffres correspondent à une énergie massique de 36 kw-h : kg (N. D. L. R.).



la simple action de l'eau, environ 1 mètre cube d'hydrogène pur.

Application à l'aéronautique. — 1 kg d'hydrure de calcium dégageant, comme nous venons de le voir, 1 mètre cube d'hydrogène pur et la force ascensionnelle de ce dernier étant d'environ 1200 g, cet hydrure de calcium est déjà utilisé pour les besoins de l'aéronautique.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 4 avril 1906.

Trois intéressantes communications ont été présentées à cette séance : la première, de M. de Marchéna, sur les **Essais industriels d'un câble à haute tension**, a fait l'objet d'un article paru ici même [1]; la deuxième, sur un **Nouveau pyromètre industriel**, et la troisième, sur **La lampe Cooper Hewitt à courant alternatif simple** paraîtront dans un de nos prochains numéros avec plus de détails que dans un compte rendu forcément un peu sommaire.

A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Les Accumulateurs et les Piles électriques, par J.-A. Montpellier. — *J.-B. Baillière et fils*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 18×11 cm; 505 pages. — Prix cartonné : 5 fr.

Et l'on revient toujours }
A ses premiers amours } *bis.*

dit la romance. M. Montpellier, malgré la diversité de ses publications, ne saurait oublier qu'il est avant tout télégraphiste et chimiste, et ce qui touche les accumulateurs et les piles a toujours sa préférence. — Ne nous en plaignons pas; son expérience et son esprit pratique nous donnent une fois de plus, dans ce petit volume de l'« Encyclopédie industrielle », la quintessence des renseignements utiles pour permettre d'appliquer les accumulateurs avec le moins de dépenses possible d'entretien et de réparation, guider dans le choix des types à employer et signaler aussi bien les inconvénients que les avantages des appareils décrits. L'auteur y résume les nombreux perfectionnements de détail réalisés dans l'accumulateur au plomb et les multiples et nouvelles applications dont il a été l'objet dans ces dernières années. Il y a réuni un grand nombre d'indications pratiques, soigneusement contrôlées, relatives à l'installation, à la charge, à la décharge et à l'entretien des batteries. — Ce petit manuel se termine par la description des principaux types de piles usuelles, avec indications pouvant présenter une réelle utilité. — L'abondance et l'exécution des *gravures* qui nous changent agréablement des abominables taches d'encre de l'héliogravure, son cartonnage même, donnent à ce volume un attrait que nous sommes heureux de signaler, d'autant plus que le souci, sans prétention, de l'exactitude des termes tend à répandre de plus en plus dans le milieu modeste mais très nombreux auquel il s'adresse une précision de langage trop négligée (faute d'intelligence, il faut l'avouer) par la grande majorité des auteurs.

E. Boistel.

Les Inventions industrielles à réaliser, par Hugo Michel. — Traduction de l'allemand, par Duvinage. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 24×16 cm; 40 pages. Prix : 2 fr.

Pour une idée originale, celle-ci en est une et, brevetée ou non, mérite de faire fortune. Jusqu'ici l'esprit inventif paraissait un don de nature et s'exerçait presque inconsciemment, selon les aptitudes, les connaissances et la fantaisie de celui qui en était doué, produisant d'ailleurs au moins autant de vieilleries et d'impossibilités que de choses nouvelles et pratiques, de réalités intéressantes que d'élucubrations parfaitement indifférentes. L'invention avait du moins ainsi quelque chose de spontané et d'original qui la relevait et lui donnait un certain caractère de distinction et d'honorabilité. La voici maintenant, dans ce siècle positif par excellence, en quelque sorte parquée, domestiquée et imposée à des inventeurs de profession qui, plus ou moins préparés à semblable besogne, vont s'évertuer à satisfaire au programme qui leur est aujourd'hui soumis et à résoudre tout ou partie des 525 problèmes proposés à leur étude. — Qu'en adviendra-t-il? — Je ne dirai pas « peu importe! » mais l'idée est au moins singulière. Portera-t-elle des fruits? C'est ce que l'on verra. Elle émane d'ailleurs d'un homme très versé en la matière et qui, en sa qualité d'ingénieur émérite de l'Office des brevets de l'empire allemand, a été mieux que personne à même de voir les points sur lesquels s'exerçaient le moins les facultés des inventeurs du monde entier et qui offraient encore le champ le plus vaste à l'imagination des amateurs. Ces lacunes sont-elles cependant purement accidentelles? Ont-elles, au contraire, vainement sollicité depuis longtemps l'attention des chercheurs et des intéressés? Ou bien encore la solution en est-elle impossible, du moins actuellement? *That is the question.* — L'idée est drôle, en tout cas, nous le répétons. Qu'elle ait d'ailleurs germé dans l'esprit très analyste d'un Allemand, cela ne nous surprend pas; mais qu'il se soit trouvé chez nous un traducteur et un éditeur pour la répandre en France, nous le concevons moins.

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 341 du 10 mars 1906, p. 109.

Elle fera peut-être néanmoins recette, comme nous le disons en commençant. L'édition allemande publiée depuis près d'un an a déjà donné, dit-on, de bons résultats : un certain nombre des problèmes posés a reçu, affirme-t-on, une solution... pratique (?) et industrielle (?); mais, pour qu'il n'y ait rien de perdu, 80 nouveaux problèmes ont été ajoutés dans cette traduction de M. Duvinage et viennent maintenir ainsi le champ d'investigations réservé à nos savants, ingénieurs, mécaniciens et industriels. E. Boistel.

Tables of Electric Supply and Traction Undertakings of the United Kingdom, Jan. 1906 (Tableau des Entreprises d'alimentation et de traction électriques dans le Royaume-Uni au mois de janvier 1906). — Publication de *The Electrician*, Londres. — Format : 1,52 m × 81 cm.

Vous avez bien lu : dimensions 152 × 81 cm! — Les Anglais passent généralement pour des gens pratiques avant tout, et je suis des premiers à leur reconnaître cette qualité, au détriment de bien d'autres qui leur siéraient comme à tout le monde; elle est cependant elle-même mise ici en défaut et il est difficile de comprendre comment notre confrère *The Electrician* dont la « Series » de publications pèche plutôt par un texte trop compact, a pu donner ce format de fausse affiche à des tableaux que partout ailleurs le format courant des périodiques, l'ingéniosité de nos metteurs en pages aidant, permet de publier sous une forme accessible et lisible. Je dis « fausse affiche » parce que, si leurs dimensions empêchent de les loger ailleurs que sur les murs d'un bureau, leur texte trop fin, d'une part, et leur impression au verso comme au recto, de l'autre, empêchent de les utiliser même sous cette forme et avec une échelle que l'éditeur a omis de joindre à son envoi. Bref, abstraction faite de leur intérêt, elles seraient tout simplement *affiches* à la porte. — Au nombre de six, ces tableaux fournissent respectivement : (I) l'état détaillé des entreprises de production d'énergie électrique n'alimentant pas de tramways; — (I *a*) l'état des villes qui reçoivent en bloc l'énergie électrique; — (II) les usines produisant l'énergie électrique à la fois pour l'éclairage et pour la traction; — (III) la liste des Compagnies d'énergie électrique de régions, avec carte desdites régions alimentées par elles; — (IV) la liste des tramways et chemins de fer à trains légers alimentés par des stations centrales pour éclairage et traction combinées; — (V) une liste analogue pour le même genre d'exploitation par stations exclusives à la traction; (VI) la liste générale des chemins de fer électriques.... Le tout, bien entendu, dans le Royaume-Uni. — Chacun de ces tableaux comporte d'ailleurs, en plus des applications déjà réalisées, celles en cours de préparation. Quand nous aurons ajouté qu'ils comprennent tous en outre tous les renseignements d'ordre mécanique, électrique, matériel, technique, commercial, industriel, administratif, afférents à chacune de ces entreprises, nous n'aurons encore donné qu'une idée sommaire de leur ampleur et de leur intérêt, malheureusement mal servi par les dimensions mêmes ci-dessus mentionnées. — Leur étude montre non seulement l'énorme développement pris par les applications de l'électricité en ces dernières années dans ce pays de houille noire, mais encore la tendance évidente de l'avenir vers les installations régionales encore à l'état d'enfance malgré le nombre déjà important de districts ainsi alimentés. Elle permettrait de plus des comparaisons fructueuses entre les divers systèmes employés si ces tableaux donnaient les produits nets exacts de ces nombreuses exploitations.

Une série de diagrammes avec notes explicatives, éditée cette fois en format courant et destinée à l'*Electrical Trades' Directory* publié par notre confrère, complète utilement ces données par la comparaison que font ressortir ces diagrammes entre le développement successif des réseaux métropolitains et provinciaux, municipaux et particuliers, entre les réseaux à courants continus et alternatifs, entre ceux d'éclairage privé et de force motrice municipaux et particuliers; et enfin les courbes de l'énergie sans cesse croissante fournie depuis quinze ans par les différentes Compagnies électriques alimentant la ville de Londres.

Cette longue énumération suffit à montrer tout l'intérêt d'une publication dont nous retrouverons certainement, un jour ou l'autre, la trace ou les résultats principaux dans une des statistiques générales qui se publient, ici ou ailleurs, de temps à autre. E. Boistel.

La Télégraphie sans fil, par Van Dam, chez *Victorion et Cie*, Paris, 1906. — Format : 25 × 16 cm; 185 pages. — Prix : 6 fr.

Quoique publié en français et en vente dans la maison ci-dessus indiquée, ce livre est, comme le fait pressentir le nom de son auteur, d'origine hollandaise et publié à Amsterdam, chez Scheltema et Holkema. C'est une aubaine pour nos lecteurs que de trouver ainsi accessible pour eux, sans traduction, une œuvre originale sur un sujet plein d'actualité et encore incomplètement, sinon étudié, du moins mis au point. Ce volume a pour objet d'exposer les divers systèmes et appareils actuellement le plus employés dans la télégraphie sans fil, à l'exception des méthodes qui n'ont plus maintenant qu'un intérêt purement historique, sans avoir toutefois perdu leur importance au point de vue de l'étude du développement successif de cette nouvelle application. Après quelques chapitres relatifs aux ondes électriques dans les antennes, à leur propagation et à leur réception, la syntonisation occupe la place importante qui lui est due et précède la mesure de ces ondes et leur émission dans une direction déterminée, avant les descriptions d'appareillage, de dispositifs spéciaux à quelques systèmes et d'applications

à la marine, à l'armée, à la navigation et à la guerre. Une revue de la Réglementation légale de la télégraphie sans fil termine ce volume essentiellement pratique, sauf son premier chapitre qui contient naturellement les quelques éléments mathématiques indispensables à l'exposition de la théorie des ondes électriques.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

357 881. — **Shœmaker.** — *Appareil transmetteur pour la télégraphie sans fil* (20 septembre 1905).

357 909. — **Société G. et H. B. de la Mathe.** — *Appareil de suspension et réunion des câbles armés.*

357 947. — **Rebora.** — *Relais à conducteur fusible* (22 septembre 1905).

357 880. — **Mitkevitch.** — *Travail des métaux par arc électrique à courant alternatif* (20 septembre 1905).

357 842. — **Société Deutsche Gasgluhlicht Aktiengesellschaft (Auer).** — *Fabrication de corps éclairants pour lampes électriques à incandescence* (18 septembre 1905).

357 868. — **Société Deutsche Gasgluhlicht Aktiengesellschaft (Auer).** — *Lampe électrique à incandescence avec corps éclairants en tungstène* (19 septembre 1905).

357 872. — **Audibert.** — *Perfectionnements aux lampes électriques à vapeurs* (20 septembre 1905).

357 897. — **Wellington et Daniell.** — *Perfectionnements aux lampes à arc* (20 septembre 1905).

357 213. — **Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.** — *Commutateur pour éclairage d'annonces lumineuses* (21 septembre 1905).

357 990. — **The Telaupad Syndicate Limited.** — *Transmetteur téléphonique* (23 septembre 1905).

358 051. — **Benier.** — *Pile thermique* (26 septembre 1905).

358 098. — **Ateliers Thomson-Houston.** — *Emploi des moteurs à courants alternatifs pour actionner des organes à marche discontinue* (28 septembre 1905).

358 064. — **Tilney.** — *Réglage automatique de la tension dans les circuits électriques* (26 septembre 1905).

358 026. — **Borchers, Franke et Gunther.** — *Préparation électrolytique du cuivre pur* (25 septembre 1905).

350 592. — **Badische Anilin und Soda Fabrik.** — *Procédé pour opérer des réactions entre corps gazeux à l'aide d'arcs électriques* (12 décembre 1904).

358 270. — **Oprendek et Allgemeine Accumulatorenwerke Aktiengesellschaft.** — *Appareil pour renforcer les courants téléphoniques* (4 octobre 1905).

358 220. — **Société l'Éclairage électrique.** — *Appareil de mise en marche automatique d'un moteur électrique* (2 octobre 1905).

358 225. — **Perret.** — *Dispositifs améliorant la commutation des machines à courants alternatifs à collecteur* (3 octobre 1905).

358 303. — **Delabeye.** — *Dispositions pour machines dynamo-électriques* (6 octobre 1905).

358 134. — **Compagnie pour la fabrication des compteurs, etc.** — *Compoundage réglable dans les compteurs d'électricité* (29 septembre 1905).

358 135. — **Meylan et la Compagnie pour la fabrication des compteurs, etc.** — *Compensation des effets de la température dans les voltmètres, ampèremètres, etc.* (29 septembre 1905).

358 136. — **Meylan et la Compagnie pour la fabrication des compteurs, etc.** — *Aimants pour appareils de mesures électriques* (29 septembre 1905).

358 305. — **Société Siemens et Halske.** — *Galvanomètre dans les enregistreurs de courbes photographiques* (6 octobre 1905).

358 306. — **Société Siemens et Halske.** — *Enregistreurs de courbes photographiques* (6 octobre 1905).

358 272. — **Hanaman et Société Landesberger et Salzmann.** — *Corps métalliques conducteurs pour lampes à incandescence* (4 octobre 1905).

358 439. — **Jahr.** — *Procédé de télégraphie sans fil* (11 octobre 1905).

358 345. — **Jacobsen.** — *Dispositifs servant à essayer les piles électriques* (7 octobre 1905).

358 488. — **Ponchon.** — *Tableaux commutateurs téléphoniques et télégraphiques* (23 août 1905).

358 561. — **Peterson.** — *Annonciateur pour téléphones* (16 octobre 1905).

358 626. — **Société Almanna Svenska Elektriska Aktiebolage.** — *Moteur à répulsion* (18 octobre 1905).

358 482. — **Kallmann.** — *Dispositif de mesure, de montage, etc.* (15 mai 1905).

358 522. — **Berry.** — *Appareil pour la distribution de courant alternatif* (14 octobre 1905).

358 457. — **Kitsee.** — *Transmission à grande distance de courants d'induction et autres* (14 octobre 1905).

358 575. — **Kitsee.** — *Conducteur* (16 octobre 1905).

358 587. — **Société Dr P. Meyer Aktiengesellschaft.** — *Suspension élastique pour instruments de mesure* (17 octobre 1905).

358 605. — **Girard.** — *Dispositif de commande électrique* (17 octobre 1905).

358 658. — **Klein.** — *Électro-aimant pour courant polyphasé* (19 octobre 1905).

358 697. — **Minoggia et Mère.** — *Suspension des charbons pour lampes à arc* (17 octobre 1905).

358 685. — **Shœmaker.** — *Récepteur pour la télégraphie sans fil* (20 septembre 1905).

358 679. — **Kallmann.** — *Dispositif de démarrage pour moteurs* (9 août 1905).

358 752. — **Werner.** — *Perfectionnements aux accumulateurs* (25 octobre 1905).

358 708. — **Miet.** — *Indicateur de la charge des conducteurs électriques* (20 octobre 1905).

358 734. — **Société Autopyron (système Kilkier).** — *Circuits électriques de contrôle à indicateurs thermiques* (21 octobre 1905).

358 782. — **Downes.** — *Appareil pour l'application d'un isolant sur les conducteurs électriques* (3 octobre 1905).

350 440. — **Danville.** — *Procédé permettant d'augmenter la capacité des accumulateurs électriques* (30 décembre 1904).

350 441. — **Gaiffe.** — *Dispositif de protection pour appareils électriques branchés sur les circuits parcourus accidentellement ou non par des courants de haute fréquence* (30 décembre 1904).

359 074. — **Société industrielle des téléphones.** — *Système de montage de plusieurs postes d'abonnés sur une même ligne dans les bureaux téléphoniques à énergie centrale* (2 novembre 1905).

358 880. — **Jeantaud.** — *Application d'une matière active spéciale à la fabrication des accumulateurs* (5 janvier 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie électrique du Secteur de la Rive Gauche de Paris. — *Assemblée générale ordinaire du 28 mars 1906.* — RAPPORT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION. — Nous avons l'honneur de vous rendre compte des opérations de notre Société pendant l'exercice 1905, qui s'est poursuivi d'une façon régulière et normale. Si nous envisageons les résultats au point de vue purement industriel,

Les recettes d'exploitation, qui étaient en 1904 de	3 395 027,57 fr.
Ont été en 1905 de	3 711 125,31
Augmentation	316 097,74 fr.
Les dépenses d'exploitation, qui étaient en 1904 de	1 646 162,04 fr.
Ont été en 1905 de	1 806 242,40
Diminution	160 080,36 fr.
Le bénéfice de l'exploitation, qui était en 1904 de	1 748 865,53 fr.
A été en 1905 de	1 904 882,91
Augmentation	156 017,38 fr.

Le bénéfice industriel de 1 904 882,91 fr représente pour un ensemble de recettes de 3 711 125,31 fr, une proportion de 51,32 pour 100 contre 51,51 pour 100 en 1904. Au point de vue financier, si nous déduisons les charges résultant des intérêts des obligations, la différence sur le prix d'émission et la prime de remboursement des obligations sorties au tirage, le bénéfice net de l'exercice est de 1 373 110,53 fr, non compris 459 500 fr montant des obligations sorties au tirage en 1905. Les bénéfices nets de l'exercice 1905 sont en augmentation de 188 756,65 fr sur ceux de l'exercice 1904.

Ces chiffres établis, nous allons vous donner, suivant la forme habituelle, les détails sur nos installations et notre exploitation ainsi que les tableaux statistiques qui vous permettent de vous faire une idée exacte de notre situation industrielle et financière.

Usine d'Issy-les-Moulineaux. — Nous vous rappelons que notre usine est établie sur un terrain nous appartenant, situé entre la gare des Moulineaux et la Seine. Sa superficie a été portée dans le courant de l'année, de 16 805 m² à 18 898 m², par la réalisation de la promesse de vente que nous avions acquise en 1902 à la liquidation de la Société des Établissements électro-métallurgiques Gin et Leleux. Cette acquisition avantageuse était nécessaire.

Nous vous rappelons également que notre usine produit l'énergie électrique sous forme de courant alternatif simple au potentiel de 3000 volts, 42 périodes par seconde. Ce courant est réduit, pour la distribution, à 110 volts, pour la plus grande partie au moyen de transformateurs placés dans les immeubles desservis, et exceptionnellement, dans des quartiers plus denses, au moyen de postes alimentant des réseaux secondaires à basse tension.

Au 31 décembre 1905, nos moyens de production étaient les suivants :

PROVENANCE DES GROUPES ÉLECTROGÈNES.	NOMBRE DE GROUPES ÉLECTROGÈNES.	PUISSANCE DE CHAQUE GROUPE		
		EN CHEVAUX.	EN KILOVOLT-AMPÈRES.	EN KILOWATTS UTILISABLES.
Établissements du Creusot et Société l'Éclairage électrique	5	700	600	480
Établissements du Creusot et Société Westinghouse	5	700	600	480
Société Lombard-Gerin et Cie	2	1350	1000	800
Sociétés Cail et Creil	1	1000	750	600

Le nombre des groupes électrogènes était donc, au 31 décembre 1905, de 13, pouvant développer une puissance effective de 10 700 chevaux, avec une capacité de production de 8750 kilovolts-ampères et une puissance utilisable de 7000 kilowatts.

Le remplacement des anciens alternateurs du Creusot par des alternateurs plus puissants, donnant une meilleure utilisation des machines motrices, réfection que nous avions commencée en 1903 et que nous avions poursuivie en 1904, a été terminé au cours de l'exercice écoulé. Ainsi que nous vous l'avons dit, nous nous sommes adressés, pour cette fourniture, à la Société l'Éclairage électrique et à la Compagnie Westinghouse. Nous aurons ainsi, avec le minimum de frais, remplacé des alternateurs fatigués et vieillis, par des alternateurs neufs et plus modernes, et, en même temps, augmenté la puissance de production de notre usine. Les immobilisations faites en 1905 pour cette transformation se sont élevées à 63 064,53 fr.

Les travaux de réfection et d'entretien figurent au prix de revient, comme les années précédentes; les sommes ainsi dépensées à l'usine, en 1905, s'élèvent au chiffre considérable de 218 773,40 fr, dont 50 970,34 pour la réfection des cheminées et des massifs des chaudières.

La production en kw-h a été de	9 478 297 kw-h.
Elle avait été, en 1904, de	8 902 977 —
Soit en plus pour 1905	575 320 kw-h.

Sur cette production, il a été relevé aux compteurs des abonnés :

En 1905	4 784 785 kw-h.
En 1904	4 438 594 —
Soit à l'avantage de 1905	346 191 kw-h.

Canalisation. — Vous trouverez dans le tableau suivant le développement de la canalisation au 31 décembre 1905 :

CANALISATIONS.	LONGUEUR TOTALE FIN 1904.	LONGUEURS POSÉES EN 1905.	LONGUEUR TOTALE FIN 1905.
	Mètres.	Mètres.	Mètres.
Canalisations primaires :			
Feeders	64 454	4	64 458
Câbles de distribution	103 290	2 061	105 351
Canalisations secondaires :			
Câbles de distribution	6 660	»	6 660
Réseau d'éclairage public	14 075	63	14 138
TOTAUX	188 459	2 128	190 587



Ainsi que vous le voyez, nous avons restreint la pose des canalisations nouvelles au strict minimum. L'exploitation n'a pu être assurée dans son développement que grâce au feeder posé l'année dernière.

Les immobilisations pour la pose des canalisations se sont élevées en 1905 à la somme relativement peu importante de 90 649,73 fr, ce qui porte la valeur des canalisations à 6 500 943,26 fr, soit une dépense de 34,11 fr par mètre posé et 18,75 par lampe installée.

Si on rapproche le nombre de kilomètres de canalisations du nombre de polices en service et du nombre de lampes de 10 bougies desservies, on voit les résultats ci-après :

Nombre de polices desservies par kilomètre de canalisation	29,64
Nombre de lampes de 10 bougies desservies par kilomètre de canalisation	1819

Branchements, colonnes montantes, compteurs. — Au 31 décembre :

Le nombre des branchements était de	1 944
Le nombre des colonnes montantes appartenant à la Compagnie de	505
Le nombre des compteurs de	5 265
Les branchements, transformateurs, colonnes montantes et compteurs qui, en fin de concession, restent la propriété de la Société, figurent au bilan de 1905 pour une somme de	3 119 856,79 fr.
Leur valeur était au 31 décembre 1904 de	2 997 120,19

La dépense moyenne par lampe installée a été de 3,49 fr; elle était, en 1904, de 3,52 fr.

Transformateurs :

	1904.	1905.
Puissance des transformateurs en service au 31 décembre, en kw	14 217	15 328
Puissance des installations desservies, en kw	12 463	13 869
Coefficient, en pour 100	87	90

Abonnés. — Pendant l'exercice 1904, le nombre des polices signées a augmenté de 683 et celui des polices en service de 675. Ce qui porte le nombre des polices signées au 31 décembre 1905 à 5726, représentant une capacité de 14121 kw, soit 353 035 lampes de 10 bougies; et le nombre des polices en service à la même époque à 5649 polices pour une capacité de 13 869 kw, soit 346 726 lampes de 10 bougies.

Les tableaux ci-après montrent le mouvement des polices comparé en 1904 et 1905 :

Polices signées :

	1904.	1905.
Nombre :		
Des polices signées	873	1 079
— résiliées	339	396
— signées au 31 décembre	534	683
Capacité en hectowatts :		
Des polices signées	16 418	23 236
— résiliées	6 526	7 948
— signées au 31 décembre	9 892	15 288
Capacité en lampes de 10 bougies :		
Des polices signées	41 043	58 090
— résiliées	16 314	19 869
— signées au 31 décembre	24 729	38 221

Polices en service :

	1904.	1905.
Nombre de polices mises en service pendant l'exercice	514	675
Capacité en hectowatts	8 990	14 057
Capacité en lampes de 10 bougies	22 477	35 143

Le tableau suivant donne le détail des polices en service suivant les diverses catégories d'abonnés :

ÉTABLISSEMENTS.	1904.		1905.	
	NOMBRE DE POLICES.	CAPACITÉ EN LAMPES DE 10 BOUGIES.	NOMBRE DE POLICES.	CAPACITÉ EN LAMPES DE 10 BOUGIES.
Immeubles privés :				
Immeubles	565	21 728	640	23 287
Moteurs ascenseurs	11	10 263	10	10 504
Hôtels particuliers	150	18 494	158	19 715
Ambassades	4	3 571	5	3 624
Appartements	2780	96 491	3305	112 879
Immeubles commerciaux :				
Bureaux	135	6 209	148	6 941
Boutiques, magasins	676	32 865	695	34 919
Ateliers	206	16 343	220	17 524
Moteurs	38	18 922	41	24 715
Restaurants, etc. :				
Restaurants	33	2 685	34	2 732
Cafés	88	7 812	89	8 170
Théâtres et concerts	16	8 097	15	9 959
Cercles	10	2 097	12	2 180
Établissements privés :				
Hôpitaux privés	6	1 275	8	1 805
Écoles privées	17	3 211	18	3 296
Établissements religieux	15	3 708	15	3 708
Halle aux vins	95	1 747	100	1 782
Abattoirs Rive gauche	34	591	34	591
Établissements de l'État	30	36 987	36	37 738
Établissements du département	6	4 585	6	4 585
Établissements de la ville de Paris	23	6 821	27	7 927
Assistance publique	16	3 895	16	4 083
Banlieue	13	2 357	13	2 357
Divers	7	831	6	1 707
TOTAUX	4974	311 583	5649	346 726

Nous vous avons entretenus des difficultés commerciales qu'entraîne la situation toute particulière des secteurs. Ces difficultés n'ont fait que s'accroître pendant l'exercice écoulé. Nous ne pouvons rien faire au point de vue commercial, tant qu'un régime définitif ne sera pas intervenu dans l'intérêt de tous. Nos laborieux efforts se sont néanmoins traduits par une augmentation de 38 000 lampes. Nous devons ajouter que les polices signées par les entreprises de travaux pour la construction du Métropolitain entrent pour une part importante dans ce chiffre. Les affaires d'appartements, qui sont notre principale clientèle, restent, comme on le conçoit, difficiles.

Compte d'exploitation. — Nous passons maintenant à l'examen des comptes généraux des recettes et des dépenses pour arriver ensuite à l'étude du bilan lui-même.

Le compte d'Exploitation présente les résultats suivants :

	1904.		1905.	
	Francs.		Francs.	
Recettes.				
Vente de courant	3 050 770,52	3 395 027,57	3 340 953,44	3 711 125,31
Location de compteurs et de branchements	306 493,31		327 488,88	
Recettes diverses	57 763,74		42 682,99	
Dépenses.				
Exploitation de l'usine	961 289,46	1 646 162,04	1 084 238,95	1 806 242,40
Distribution du courant	244 796,04		252 899,91	
Frais généraux et redevances à la Ville	440 076,54		469 103,54	
Laissant comme produit net de l'exploitation		1 748 865,53		1 904 882,91

Le tableau suivant présente les recettes pour vente de courant suivant les diverses catégories d'abonnés :

Abonnés.	1904.	1905.
Immeubles privés	922 724,06	1 058 001,43
Immeubles commerciaux	892 930,11	956 726,94
Cafés, théâtres et cercles	382 605,05	395 283,60
Établissements privés	56 043,18	59 579,12
Halle aux vins et abattoirs rive gauche	29 641,45	34 559,20
Établissements de l'État	215 722,32	254 830,28
— du département	94 503,38	104 832,02
— de la ville de Paris	345 657,74	365 003,99
Banlieue	38 703,68	47 444,93
Divers	72 239,55	64 691,93
Total des recettes	3 050 770,52	3 340 953,44

Compte de résultat. — Ce compte s'établit ainsi qu'il suit :

Produit de l'exploitation		1 904 882,91 fr.
Intérêts et escomptes		37 350,12
Total		1 942 233,03
A déduire :		
Intérêts payés aux obligataires	510 262,50	
Différence sur le prix d'émission des obligations remboursées	53 820,00	
Prime de remboursement	5 040,00	
		569 122,50
Bénéfice net de l'exercice		1 373 110,53 fr.

D'autre part, nous avons amorti, au courant de l'exercice, 919 obligations, suivant le tableau d'amortissement pour une somme de 459 500 fr, qui ne figure pas dans le compte ci-dessus.

BILAN. — Nous abordons maintenant l'étude du bilan.

ACTIF. — *Actif disponible.* — En caisse au 31 décembre 1905, 12 513,30 fr.

Le compte Banquiers est de	1 113 441,18 fr.
Se répartissant ainsi qu'il suit :	
Banque de France	55 769,21
Société générale	58 528,48
Société de reports et dépôts	921 104,30
Crédit mobilier français	78 039,19

Le compte Abonnés représentant les quittances restant dues au 31 décembre est de 610 582,16 fr; sur cette somme, 527 323,91 fr étaient dus par des administrations publiques.

Actif réalisable. — Les obligations attachées à la souche et les 50 actions du Secteur provenant du gage de Colombier, restent aux mêmes chiffres que dans le bilan précédent.

Les débiteurs divers figurent pour un chiffre de 10 065,39 fr, au lieu de 12 558,64 fr en 1904.

Actif réalisable à long terme. — Les cautionnements fournis par la Compagnie s'élèvent à 304 612,65 fr.

Actif en magasin. — Les marchandises en magasin et approvisionnements, qui s'élevaient en 1904 à 462 508,95 fr, sont de 409 368,12 fr.

Sur ce chiffre, les combustibles entrent pour	70 783,45 fr.
Les transformateurs et compteurs pour	174 909,30
Les huiles, pièces pour machines, matériel d'usine pour	61 292,12
Câbles, plaques de regards et matériel pour la canalisation, pour	102 382,07

Actif immobilisé restant la propriété de la Compagnie. — Le mobilier des bureaux a passé de 40 561,65 fr à 41 299,45 fr.

Les terrains figurent pour 496 493,10 fr, en augmentation de 55 727 fr, par suite de la réalisation de la promesse de vente acquise en 1902, à la liquidation de la Société des Établissements Gin et Leleu.

Cette somme se décompose ainsi :

Terrain d'Issy	345 815,58 fr.
Terrain d'Ivry	150 677,52

Ce dernier terrain, d'une superficie de 7 902 m², est toujours disponible.

L'usine centrale d'Issy est portée au bilan pour 7 354 588,11 fr, en augmentation de 128 044,78 fr.

Cette augmentation se décompose ainsi qu'il suit :

Installations mécaniques et électriques	110 917,13 fr.
— pour le graissage automatique	7 894,00
— pour l'épuration des eaux	5 350,00
— pour le transport du charbon	3 883,65

Le tableau suivant donne les chiffres, en fin des deux derniers exercices, des chapitres représentant les immobilisations faites tant à l'usine d'Issy que pour les branchements, colonnes montantes, transformateurs, compteurs et travaux d'installations, avec les augmentations résultant des immobilisations faites en 1905.

	1904.	1905.	AUGMENTATIONS.
	Francs.	Francs.	Francs.
Usine d'Issy	7 226 543,33	7 354 588,11	128 044,78
Branchements et colonnes montantes	863 800,96	876 142,87	12 341,91
Transformateurs, compteurs	2 133 319,23	2 243 713,92	110 394,69
Installations et matériel divers	254 837,07	260 795,96	5 958,89
Concession de Bercy	121 578,41	144 040,84	22 462,43
TOTAUX	10 600 099,00	10 879 281,70	279 182,70

Actif immobilisé revenant à la Ville. — Le chiffre des canalisations passe de 6 410 293,53 fr à 6 500 943,26 fr.

Nous faisons figurer sous cette rubrique : Actif immobilisé revenant à la Ville les canalisations qui sont susceptibles, aux termes de l'article 22 du cahier des charges, d'être reprises par la Ville de Paris, « à moins que celle-ci ne préfère qu'elles soient enlevées.... »

Nous ferons remarquer aussi que nous avons porté à ce chapitre toutes nos canalisations, bien qu'une partie, se trouvant hors Paris, échappe aux conditions de l'article 22.

Comptes d'ordre. — La partie de l'impôt due au 31 décembre 1905 sur le coupon d'obligations à l'échéance du 1er avril 1906, figure pour 8 506,53 fr, les loyers payés d'avance pour 9 224,50 fr; l'assurance contre l'incendie pour 7 112,18 fr, les timbres des polices et quittances pour 1 135,60 fr.

Comptes à amortir. — Les comptes à amortir ont passé de 3 057 298,46 fr à 2 998 438,46 fr.

La diminution, s'élevant à 58 860 fr, représente le montant des primes de remboursement et la différence sur le prix des obligations correspondant au nombre de ces titres amortis en 1905.

Le compte Différence sur le prix des obligations se trouve donc ramené à 1 126 917,50 fr, et le compte Prime de remboursement des obligations à 80 182,50 fr.

Le compte de Premier Établissement reste à 1 791 338,46 fr. Nous nous sommes déjà expliqués sur ce compte, qui n'a aucune contre-partie de valeur réelle.

PASSIF. — *Passif exigible à court terme.* — Les coupons d'actions et d'obligations restant à payer et obligations restant à rembourser ne comportent pas d'observation.

Les effets à payer montent à 4 829,84 fr.

Les créanciers divers s'élèvent à 264 426,35 fr, contre 285 926,95 fr en 1904.

Les chiffres principaux sont :

L'Administration de l'Enregistrement et du Timbre	11 043,57 fr.
La Ville de Paris	88 258,83
La Compagnie des mines d'Anzin	11 893,75
La Société L'Éclairage électrique	29 536,50
La Société industrielle des téléphones	22 121,27

Passif exigible à long terme. — Les cautionnements des abonnés ont passé de 407 201,45 fr à 448 805,95 fr.

Passif de la Société envers les tiers. — Le capital obligations passe de 10 476 000 fr à 10 016 500 fr par suite du remboursement à 500 fr de 919 obligations, conformément au tableau d'amortissement des émissions.

Le capital social reste à 9 millions.

La réserve légale passe de 28 188,54 fr à 29 597,96 fr par le jeu des intérêts produits par les sommes prélevées, conformément à l'article 50 des statuts.

Les bénéfices réservés des exercices 1902, 1903 et 1904. s'élèvent à 2 232 782,45 fr.

Le bénéfice de l'exercice 1905 est de 1 373 110,53 fr, ainsi que nous vous l'avons dit plus haut.

Nous sommes dans l'obligation de vous demander, cette année encore, de reporter à un compte d'attente le bénéfice obtenu. Si légitime que puisse être votre impatience de voir enfin rémunérer un capital si longtemps improductif, si légitime aussi que soit un bénéfice industriellement obtenu, votre Conseil ne peut pas ne pas avoir les yeux fixés sur le Bilan et ne pas tenir compte des emprunts faits par voie d'obligations. Le montant de la dette obligataire se chiffre aujourd'hui par une somme de 10 016 500 fr; elle sera encore, suivant le tableau d'amortissement, de 8 402 500 fr au 11 décembre 1908, seule date que nous soyons obligés d'envisager aujourd'hui pour la fin de notre privilège, dans le cas où nos justes revendications ne seraient pas admises. Si réservés et si prudents que nous puissions être en fait d'immobilisations nouvelles, il en est néanmoins d'inéluctables. Notre trésorerie est aujourd'hui excellente; la réfection de notre usine est presque achevée, mais nous n'en sommes pas moins obligés de suivre, dans une certaine limite, les demandes et les besoins de la consommation. Au surplus, nous estimons que votre attente ne peut plus être de bien longue durée.

Sans revenir sur une question que nous vous avons, à diverses reprises, longuement exposée, nous vous dirons que la régularisation de votre situation vis-à-vis de la Ville de Paris n'a pas cessé, pendant cet exercice, d'être l'objet de nos constants efforts. Vous savez que la question du gaz, si intimement liée en fait avec celle de l'électricité, n'est encore résolue que d'une manière toute provisoire. La Ville de Paris a demandé à une Commission spécialement instituée à cet effet un avis tout théorique sur le fonctionnement de la distribution de l'énergie et de l'éclairage électrique. Cette Commission a déposé son Rapport, qui n'a pas tenu et n'avait pas à tenir compte des faits existants. Néanmoins, dès le 28 juin 1905, nous introduisions auprès de l'Administration de la Ville de Paris une demande en prolongation de concession qui, à notre sens, procurait des avantages considérables à la Ville de Paris, puisque nous offrions l'abaissement immédiat, pour tous les consommateurs, du prix de l'hectowatt-heure à 0,10 fr, prix maximum, au lieu du chiffre de 0,15 fr inscrit dans nos polices et, à partir du 1[er] janvier 1911, à 0,06 l'hectowatt-heure. De plus, nous consentions gratuitement à la Ville de Paris l'abandon en fin de concession de toutes nos immobilisations, quelles qu'elles soient, comprenant non seulement comme aujourd'hui la canalisation, mais aussi nos usines, transformateurs, branchements, colonnes montantes et compteurs. En compensation de ces sacrifices, qui, croyons-nous, devaient amener un développement considérable de l'usage de l'électricité dans un secteur aussi difficile que le nôtre au point de vue commercial, nous demandions uniquement que la fin de notre concession fût reportée en 1945, avec faculté de résiliation pour la Ville à partir de 1921. Cette proposition, nous la maintenons encore.

Dans le même ordre d'idées, des propositions émanant de diverses personnalités ou Compagnies furent faites à la Ville de Paris, et donnèrent lieu à un rapport de M. le Préfet de la Seine au Conseil municipal, dont l'importance ne vous a pas échappé.

Comme il nous semblait que, quel que puisse être le régime futur adopté pour l'exploitation de l'électricité à Paris dans l'avenir, la date même d'expiration de notre concession, en 1908, suivant l'interprétation de la Ville de Paris, ne permettait pas de solution rationnelle, et pour répondre aux désirs de l'Administration, très préoccupés d'ailleurs, comme nous le disions l'année dernière, de n'apporter dans une semblable question « ni force d'inertie, ni obstruction, ni mauvaise volonté » nous avons introduit auprès de l'Administration, à la la date du 20 décembre 1905, un second projet limitant la prolongation de durée de notre concession à la fin de 1912 et, toutes choses égales d'ailleurs, abaissant le prix de l'hectowatt-heure à 0,08 à partir du 1[er] avril 1907.

Cette seconde proposition, nous l'avons renouvelée et bien précisée dans un projet complémentaire que nous avons eu l'honneur d'envoyer à M. le Préfet de la Seine à la date du 5 mars 1906.

Nous ne doutons pas que le Conseil municipal de Paris ne statue très prochainement, tant sur nos propositions que sur celles que l'Administration a suscitées, en invitant, dans un second appel, les différents concurrents à faire leurs offres avant le 1[er] mars 1906.

Le Secteur de la Rive gauche, Messieurs, est conscient des efforts qu'il a faits pour satisfaire aux besoins publics. Si quelque reproche pouvait lui être adressé, c'est d'avoir plus tenu compte de ceux-ci que de ses propres intérêts. Nous ne doutons pas que l'équité du Conseil municipal ne le reconnaisse, et nous attendons avec confiance le résultat de ses délibérations.

En terminant ce Rapport, nous voulons rendre hommage au zèle et au dévouement de notre personnel ouvrier et de nos collaborateurs de tout ordre. Vous vous associerez, Messieurs, aux remerciements que nous désirons leur adresser.

Résolutions. — *Première résolution.* — L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et le rapport des Commissaires des comptes, approuve le rapport, le bilan et les comptes de l'exercice 1905, tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'administration, et décide de reporter à nouveau le montant du compte de résultats.

Deuxième résolution. — L'Assemblée générale donne à ceux des administrateurs de la Compagnie, qui font partie de l'Administration d'autres Sociétés, les autorisations prévues par l'article 40 de la loi de 1867 et l'article 23 des statuts, à raison des affaires qui pourraient être traitées par la Compagnie avec ces Sociétés.

Troisième résolution. — L'Assemblée générale nomme MM. André et de Moras, Commissaires des comptes pour l'exercice 1906, chargés ensemble ou l'un d'eux seul, en cas d'empêchement de l'autre, de faire un rapport à l'Assemblée générale ordinaire de 1907 sur le bilan et les comptes de l'exercice 1906 et fixe l'allocation de chacun d'eux à 1000 fr.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

57 333 — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15ᵉ Année. — N° 345. 10 Mai 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Nous prions nos lecteurs d'excuser le retard de l'apparition de ce numéro, retard occasionné par les grèves de l'industrie typographique.

Puissance hydraulique en Suisse. — La Suisse utilise actuellement une puissance hydraulico-électrique de 225 000 poncelets se répartissant ainsi qu'il suit : 13 pour 100 pour la traction électrique (chemins de fer et tramways) ; 23 pour 100 pour l'électrochimie ; 40 pour 100 pour la lumière ; 24 pour 100 pour l'énergie motrice, et malgré cela la Suisse a dépensé, de 1898 à 1904, 415 millions de fr pour le charbon, importé de l'étranger, ce qui explique l'ardeur qu'elle apporte à exploiter de nouvelles chutes.

Pour le canton de Berne, il reste à utiliser les chutes exploitables de l'Oberland, que l'on peut estimer à 37 500 poncelets, pour lesquelles la concession est demandée, et auxquelles le canton de Berne doit s'intéresser d'une façon toute particulière, car elles lui procureront un jour de l'énergie à bon marché.

Cependant cette puissance serait encore loin de représenter celle qui est nécessaire aux besoins actuels pour le chauffage, les moteurs et l'éclairage pour la Suisse entière, car les chemins de fer exigeront en moyenne 150 000 poncelets.

Une nouvelle concession a été demandée pour l'utilisation de la boucle du Rhin en avant de Numpf avec une chute de 75 m, ce qui exigerait un canal avec un tunnel de 20 km dont 3800 m sur le territoire soleurois, 8900 m sur le territoire de Bâle-Campagne et 7900 m sur le territoire argovien.

Avantages pour une station centrale de desservir à la fois un réseau d'éclairage et un réseau de chemins de fer. — L'*Electrical World* reproduit une conférence de M. Gonzenbach, dans laquelle celui-ci signale les avantages d'un service combiné, en prenant comme exemple la station d'une ville américaine de 30 000 à 50 000 habitants.

Une centrale pour chemin de fer a son maximum de charge en été, spécialement les dimanches de juillet et d'août, et c'est justement à ces moments que la consommation d'énergie pour la lumière est moindre ; on a à peu près :

En été, pour la lumière, charge maximum, 625 kw, entre 9 et 10 heures du soir, avec un facteur de charge de 29 pour 100.

En décembre, pour la lumière, charge maximum, 1140 kw, entre 5 et 6 heures du soir, avec un facteur de charge de 40 pour 100.

En décembre, pour le chemin de fer, charge maximum, 500 kw, à 5 heures du soir, avec facteur de charge de 44 pour 100.

En décembre, pour la lumière et la traction, comme charge maximum, 1600 kw, à 5 heures du soir.

En été, pour la traction, charge maximum, 900 kw, à 2 heures du soir, les dimanches.

En été, le facteur de charge pour la lumière et la traction est de 55 pour 100.

Dans un cas spécial, on a réalisé les économies suivantes :

Frais d'établissement total de deux usines. . .	1 700 000 fr.
— d'une usine unique.	1 250 000
Économie annuelle en comptant 10 pour 100 pour les intérêts et l'amortissement.	45 000
Économie annuelle de frais d'exploitation. . .	30 000

Le courant continu pour la traction peut être fourni par des moteurs générateurs. Le meilleur cependant est d'employer des unités motrices combinées ayant un générateur et un alternateur pouvant être couplés à volonté. Pendant les heures d'éclairage, les alternateurs fonctionnent comme moteurs, de sorte que le nombre de moteurs à vapeur sous pression est réduit. Un régulateur Tyrill, placé sur le courant alternatif, et une batterie d'accumulateurs sur le courant continu empêchent toute influence de la charge variable du chemin de fer.

Statistique des stations centrales anglaises en 1905. — *The Electrician* donne la statistique détaillée des stations centrales, en indiquant si elles sont municipales ou appartiennent à des particuliers.

Tandis que les stations centrales de Londres ont une puissance totale de 247 100 kw, celles du reste du Royaume-Uni ont une puissance totale de plus de trois fois plus grande, soit de 783 500 kw. Le tableau suivant indique les principales données de cette statistique.

Usines centrales, en dehors de celles de Londres.

Stations municipales 627 600 kw.	Courant continu. . . .	261 200 kw.
	— alternatif. . .	73 700
	— continu et alternatif. . .	292 700
Stations appartenant à des sociétés 155 700 kw.	Courant continu. . . .	72 300 kw.
	— alternatif . .	9 600
	— continu et alternatif. . .	73 800

Usines centrales de la ville de Londres.

Stations municipales 57 800 kw.	Courant continu. . . .	25 100 kw.
	— alternatif. . .	19 400
	— continu et alternatif. . .	13 300
Stations appartenant à des sociétés 189 300 kw.	Courant continu. . . .	58 900 kw.
	— alternatif. . .	29 800
	— continu et alternatif. . .	100 600

Les usines exploitées par les municipalités ont une puissance totale de 685 400 kw et celles exploitées par des sociétés de 345 000 kw.

D'après la nature du courant, les usines se répartissent comme il suit :

	Province.	Londres.	Total.
Courant continu.	333 500	84 000	417 500
— alternatif	83 300	49 200	132 506
— continu et alternatif.	366 509	113 900	480 000
Totaux.	783 500	247 100	1030 400

Le tableau ci-dessous donne la répartition de la puissance employée à l'éclairage et à la fourniture d'énergie motrice :

Éclairage.	Province.	Londres.	Total.
Usines municipales.	351 000	43 000	394 000
Usines privées.	69 400	138 800	208 200
Totaux.	420 400	181 800	602 200

Puissance motrice.	Province.	Londres.	Total.
Usines municipales.	141 900	14 600	156 500
Usines privées.	54 100	38 300	92 400
Totaux.	196 000	52 900	248 900

La puissance pour l'éclairage correspond donc à un équivalent de 20 millions de lampes de 8 bougies, et la puissance totale des usines à 34 millions de lampes.

Parmi les stations centrales de Londres, vient en première ligne celle de la *Metropolitan C°*, ayant une puissance de 32 000 kw, qui est du reste atteinte maintenant par la *Charing Cross C°*. Ensuite viennent par ordre de puissance, la *City of London C°*, avec 27 000 kw, et la *Westminster Electric Supply Corporation*, avec 25 500 kw.

Protection des lignes à courant faible contre les lignes à haute tension de la Société d'électricité de la vallée de la Ruhr. — L'usine électrique qui utilise l'énergie du barrage de la vallée de Urft, que nous avons décrite dernièrement et qui a une puissance de 3600 kw dessert deux réseaux, l'un à 34 000 v, l'autre à 5000 v. Sur les lieux d'utilisation la tension est abaissée à 220 ou à 5000 v. Le réseau à 34 000 v est entièrement aérien; on a admis comme principe que le réseau impérial des lignes télégraphiques et téléphoniques doit être assez éloigné pour être toujours à l'abri du contact avec les fils à haute tension, même dans le cas de rupture. Bien que par suite de cette mesure et de la solidité de la ligne à haute tension, qui ne comporte que des poteaux en treillis solidement enfoncés dans le sol, tout danger soit évité, la distance d'au moins 10 m entre les lignes a été reconnue insuffisante au point de vue de l'induction et entre Heimbach et Unter-Vlatten sur 4 km, une ligne téléphonique placée à une distance minima de 11 m de la ligne à haute tension, n'a pu fonctionner avec un fil unique, on a dû établir un fil de retour.

Aux nombreux croisements inévitables, la Société a été forcée d'installer des filets de protection à mailles serrées, en forme de caisses portés par des poteaux spéciaux doubles. En outre, il a été décidé que le croisement devait être exécuté à angle droit et avoir une longueur aussi faible que possible. Les fils des deux canalisations devaient avoir un mode spécial d'attache, et l'on devait pouvoir démontrer expérimentalement que les filets de protection étaient suffisants.

Dans certains cas cependant on n'a pu faire supporter les filets par des poteaux spéciaux et ils sont fixés aux poteaux supportant les fils; les essais ont montré que des mailles de 44 cm sur 10 cm suffisent amplement pour empêcher les fils à haute tension de 4 ou 8 mm de diamètre, de tomber sur une autre ligne.

L'administration des chemins de fer n'a pas jugé que pour la traversée des voies par la ligne à 34 000 v de simples filets de protection soient suffisants et a exigé la construction de passerelles en treillis. Il a été installé 13 passerelles ayant coûté ensemble 22 500 fr.

La ligne à 5000 v, quand elle n'est pas portée par les poteaux de la ligne à 34 000 v est disposée sur des poteaux en bois, avec socles de fonte, ces poteaux ont à la tête un diamètre de 15 à 20 cm et une hauteur libre de 6 m. A tous les angles, et particulièrement dans les croisements de lignes à faible courant, les poteaux en bois sont remplacés par des poteaux en treillis.

La station centrale est reliée aux divers points où l'on utilise l'énergie électrique par un réseau téléphonique comprenant 32 postes. La ligne téléphonique à double fil est installée sur les poteaux de la ligne à haute tension à 2 m au-dessous de la ligne à haute tension, et les fils téléphoniques sont très souvent croisés. Malgré cette précaution, on entend difficilement, mais comme cette ligne téléphonique ne sert que pour transmettre des ordres elle est suffisante.

Fusion du verre au moyen du courant électrique. — Les fours à arc employés pour la fusion du verre présentent l'inconvénient que des parcelles de charbon pénètrent dans la masse, particulièrement quand l'arc est long. On a cherché à parer à cet inconvénient en mélangeant des substances oxydantes au

verre, mais on n'y est pas parvenu. Les électrodes métalliques n'ont pas non plus donné satisfaction. Le soufflage de l'arc sur la masse a l'inconvénient que la masse est seulement portée à haute température par places. Pour fondre 1 kg de verre riche en silice, on dépense avec l'arc 4 à 6 kw-h.

Un autre procédé consiste à employer du cryptol pour le chauffage. On met la matière à fondre dans une cornue, que l'on place dans la masse de cryptol. On peut aussi disposer des crayons de charbon près de la cornue afin de concentrer la chaleur en certains points. Le courant est amené par une plaque de charbon disposée à la partie inférieure du cryptol et se rend à une barre de charbon qui y est plongée. En soulevant plus ou moins cette barre on fait varier la résistance du cryptol. La fusion de la masse de verre est obtenue ainsi à une température (de 1600° à 1700° C) de beaucoup inférieure à celle de l'arc. Dans les essais la tension était de 100 v.

Exploitation électrique en Italie. — La direction générale des chemins de fer de l'État italien a demandé au ministre des travaux publics de dériver du Tessin une quantité d'eau représentant une puissance de 7500 kw environ, pour pouvoir exploiter électriquement les lignes aboutissant à Novare, actuellement exploitées au moyen de locomotives à vapeur.

La dérivation se ferait au moyen d'un canal de 20 km de longueur qui servirait en même temps à amener 20 000 m³ d'eau au canal Cavour dont le débit n'est pas suffisant pour l'arrosage du Piémont. Le canal coûterait environ 14 millions de francs. Le Comité d'exploitation des chemins de fer a autorisé l'emploi de la traction électrique sur la ligne Domodossola-Isella et l'inauguration en sera faite quand le gouvernement suisse aura rendu les trois locomotives électriques qu'il a empruntées à l'Italie.

Sur la chaleur spécifique de la vapeur d'eau surchauffée. — L'*Elektrotechnick und Maschinenbau* du 1er avril annonce, d'après *Die Annalen der Physik*, que MM. L. Holborn et F. Henning ont, à la suite de nombreuses expériences, établi que la chaleur spécifique de la vapeur d'eau à la pression constante de 1 kg : cm² à t° est donnée par la relation :

$$\chi_t = 0{,}446\ (1 + 0{,}00009\ \theta) \text{ calories par kg-degré.}$$

La valeur admise jusqu'ici avait été indiquée par Regnault et était 0,480.

Usine hydraulique aux Indes Orientales. — D'après l'*Electrical Review*, outre l'usine sur le Cauvery que nous avons signalée, le gouvernement anglais a décidé de construire une usine sur le Jhelum, dans le voisinage de Rampur (Cachemire). On doit utiliser une chute de 120 m de hauteur ayant un débit de 17 m³ : s, correspondant à une puissance utilisable qui sera de 15 000 poncelets. Cette puissance sera employée par le chemin de fer de la vallée du Jhelum ayant 305 km de longueur, qui sera exploité à courant alternatif simple, par l'industrie de la soie de Srinagar (située à 80 km de l'usine), ainsi que pour l'éclairage.

La partie hydraulique de l'installation sera établie par la Société Abner Doble, de San Francisco.

Le canal d'amenée a 10 km de longueur, la première partie est maçonnée et, par l'intermédiaire d'une conduite en bois, aboutit au château d'eau d'où partent deux conduites forcées ayant une longueur de 200 m pour une hauteur de chute de 120 m. Dans l'usine on installera 12 groupes électrogènes et 4 groupes excitateurs; chaque groupe électrogène est constitué par une roue tangentielle actionnant à la vitesse angulaire de 500 t : m un alternateur de 1000 kw.

Chaque groupe excitateur est composé d'une roue tangentielle de 210 kw tournant également à la vitesse angulaire de 500 t : m. Le régulateur des turbines de grande puissance est hydraulique, celui des turbines des groupes d'excitation est manœuvré à la main.

Comme le transport a lieu sur une distance de 500 km et une différence d'altitude de 2400 m, au moyen de chariots à bœufs, le poids d'aucune partie des machines ne doit dépasser 4 tonnes.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Châlus (Haute-Vienne). — *Station centrale.* — Nous apprenons que le Conseil municipal de cette ville, réuni en séance extraordinaire, après avoir approuvé le rapport de la Commission électrique, a accordé à M. Georges Paute, de Châlus, pour une durée de vingt années, la concession de l'éclairage électrique municipal et particulier.

Pendant toute la durée de la concession, la ville sera éclairée, du coucher au lever du soleil, au moyen de 50 lampes de 20 bougies disséminées dans tous les quartiers, y compris la ville haute.

Les travaux vont commencer tout de suite et tout sera prêt, paraît-il, pour le mois de septembre.

ÉTRANGER

Buenos-Aires (République Argentine). — *Traction électrique.* — Le réseau de tramways électriques établi à Buenos-Aires présente une longueur totale de 104 km. Dans un récent article publié par l'*Electrical Review*, M. Gradenwitz donne sur ces intéressantes installations un certain nombre de détails. Le système employé repose sur la production de courants triphasés convertis, pour leur emploi, en courant continu à 550 v produit dans un certain nombre de sous-stations.

L'usine génératrice est placée au voisinage de la rivière Riachuelo, ce qui permet d'avoir de l'eau en abondance pour la condensation et d'amener, à peu de frais, le combustible nécessaire : la situation choisie présente, par contre, l'inconvénient que des fondations artificielles ont été nécessaires. La salle des machines et la chaufferie couvrent une surface de 2800 m² : la bâtisse en fer a absorbé environ 550 tonnes de métal. Une cheminée, qui dessert la chaufferie, a 67 m de hauteur et 3 m de diamètre au sommet. La chaufferie contient 16 chaudières à tubes d'eau de 240 m² de surface de chauffe. La production normale de vapeur est de 3500 kg par heure et peut être portée à 5000 kg par heure. Un économiseur desservi par un moteur électrique sert à échauffer l'eau d'alimentation. La manutention de charbon est mécanique et se fait très simplement : un élévateur, capable de transporter 10 tonnes, a été prévu pour l'enlèvement des cendres. La salle des machines contient 4 moteurs à vapeur compound horizontaux avec condensation par mélange produisant 900 poncelets en service normal et 1240 poncelets en surcharge. Chaque moteur entraîne directement un alternateur de 1000 kw produisant des courants triphasés à 6600 v et 25 périodes par seconde. Le courant d'excitation est fourni par 3 groupes composés chacun d'un moteur asynchrone entraînant directement une génératrice à courant continu de 80 kw. Une batterie d'accumulateurs de 65 éléments, ayant une capacité de 330 A-h en une heure, est reliée aux excitatrices et fournit, avec elles, le courant nécessaire à l'éclairage et à l'alimentation des petits moteurs de l'usine.

Les courants triphasés produits par l'usine génératrice sont

transmis à 6000 v par des câbles souterrains, aboutissant à 3 sous-stations. Chacune d'elles contient 3 commutatrices de 400 kw convertissant des courants triphasés à 330 v en courant continu à 550 v : chaque commutatrice est desservie par un groupe de transformateurs refroidis par circulation d'air.

Les voies sont constituées par des rails de 40 kg par mètre courant. Elles sont tantôt doubles, tantôt simples. Les rails de roulement sont utilisés comme conducteurs de retour et sont munis d'éclissages électriques en cuivre.

Le courant électrique est amené aux voitures par un fil aérien suspendu par des fils d'acier transversaux : la hauteur du fil de trolley au-dessus du sol est de 5,50 m. Le fil aérien est relié, de place en place, à des parafoudres pour éviter les perturbations dues à des décharges atmosphériques fréquentes dans cette région chaude.

Le matériel roulant comprend 272 voitures automotrices à 2 essieux, contenant chacune 28 voyageurs assis et 12 voyageurs debout. Les trucks de ces automotrices sont formés par deux montants longitudinaux renforcés par des entretoises rivées.

Chaque essieu est actionné par un moteur de 18,5 kw, la marche de ces moteurs est réglée par un contrôleur type série parallèle, enfin une voiture d'essais contient un moteur à 500 v actionnant une dynamo génératrice à courant continu pouvant donner 200 A sous 5 v.

La Chaux-de-Fonds (Suisse). — *Station centrale.* — On nous informe que la commune de la Chaux-de-Fonds est arrivée à consommer la totalité de l'énergie électrique fournie par l'usine de Combe-Garot, sur l'Areuse. Elle se voit donc dans la nécessité d'installer une nouvelle conduite sous pression et quatre nouveaux groupes générateurs, ce qui, moyennant une dépense de 280 000 à 300 000 fr, portera la puissance de l'usine de 700 à 1220 kw en pleine charge et de 285 à 705 kw aux basses eaux.

La Gruyère (Suisse). — *Chemin de fer électrique.* — Le réseau de la Gruyère relie entre elles les localités de Palézieux, Châtel-Saint-Denis, Bulle et Montbovon; sa longueur totale est de 46 km environ; il traverse une région accidentée et son tracé a dû faire l'objet d'études très précises pour que les rampes n'y dépassent jamais la limite maxima de 0,032. Le mode d'exploitation employé est la traction par fil aérien et retour par les rails.

Le réseau est alimenté par l'usine hydraulico-électrique de Montbovon complétée par les sous-stations de Châtel-Saint-Denis, Semsales, Albeuve et Bulle. Chaque sous-station comprend trois convertisseurs rotatifs constitués chacun par un moteur asynchone, triphasé, de 75 kw, accouplés directement, au moyen d'un manchon électrique et isolant, à une dynamo Alioth. Les moteurs et les dynamos tournent à 580 tours par minute; les premiers reçoivent les courants triphasés sous 500 v; les secondes produisent du courant continu sous 750-1000 v. Les auto-motrices sont de deux types. Les unes sont à quatre essieux, entraînés chacun par un moteur 25 kw; elles sont employées pour la traction des trains de voyageurs et de trains mixtes.

Les autres sont plus puissantes et sont destinées aux trains de grande longueur; chacune est munie de quatre moteurs de 60 kw et peut entraîner sur les plus fortes rampes un train de 130 tonnes à une vitesse de 17 km à l'heure.

Les moteurs sont réunis par groupes de deux, les deux groupes pouvant être accouplés en parallèle ou en série.

Thun (Suisse). — *Station centrale.* — La nouvelle usine hydraulico-électrique de cette ville utilise une chute de l'Aar, et est destinée à aider l'ancienne usine insuffisante pour les besoins du service. Elle est placée entre la rivière et un canal qui alimente les deux usines : elle contient deux turbines verticales à réaction de 75 poncelets tournant à 70 tours par seconde et prévues pour un débit de 2500 litres par minute et une hauteur de chute de 3,5 à 4,5 m. Le réglage est effectué au moyen d'un servo-moteur commandé par le régulateur : les variations maxima de vitesse ne dépassent pas 3 pour 100.

Chaque turbine entraîne un générateur à arbre horizontal par l'intermédiaire d'engrenages coniques dont le rapport est 7/30. Les deux générateurs produisent des courants triphasés à 1900 v et 50 périodes par seconde et tournent à une vitesse de 300 tours par minute : leur puissance est de 100 kw. Le courant d'excitation est fourni par des excitatrices directement couplées sur l'arbre des alternateurs : chacune de ces machines produit 14 A sous 60 v. Les bobines inductrices portent 480 tours de fil de 13 mm de diamètre.

Le tableau de distribution est placé sur une galerie et comporte tous les appareils nécessaires pour le réglage de l'usine ainsi que pour l'accouplement en parallèle de l'ancienne et de la nouvelle usine. La distance entre les deux usines est de 40 m.

Un troisième alternateur sert de réserve et est entraîné par courroie. Il a une puissance de 82 kw et tourne à une vitesse de rotation de 375 tours par minute.

L'énergie électrique est amenée au centre de la ville par un câble armé : un certain nombre de postes de transformateurs abaissent la tension à 120 v pour l'éclairage et la force motrice.

NÉCROLOGIE

PIERRE CURIE

Nos lecteurs trouveront à la page 209 du présent numéro le discours prononcé par M. *Poincaré*, le 23 avril dernier, à l'ouverture de la séance de l'Académie des Sciences.

Dans les circonstances présentes nous ne saurions mieux faire qu'en nous associant à cet hommage rendu à celui dont la mort met la science française en deuil.

GEORGE MONTEFIORE

Le 24 avril dernier s'est éteint à Bruxelles, dans sa soixante-quatorzième année, M. George Montefiore, le savant et philanthrope dont les œuvres utiles ne se comptent plus.

L'industrie électrique lui doit le bronze phosphoreux dont l'emploi sur les lignes électriques est aujourd'hui si répandu, et l'Institut électrotechnique Montefiore qu'il fonda en 1883, et qui, sous l'habile direction de M. Éric Gérard, s'est acquis une réputation universelle.

Mais ces œuvres techniques si importantes s'effacent devant ses œuvres philanthropiques, et ceux qui ont eu l'heureuse chance de vivre dans son intimité conserveront toujours le souvenir ému de son inépuisable bienveillance et de la largeur de ses idées, uniquement préoccupées de l'amélioration de l'état social de sa patrie adoptive.



APPLICATIONS

DE

L'ÉLECTRICITÉ DANS L'INDUSTRIE SUCRIÈRE

PAR LA MAISON BREGUET

Les nécessités de la concurrence, en imposant aux industriels la recherche de procédés de fabrication plus économiques, devaient nécessairement amener l'industrie sucrière à recourir dans une large mesure aux ressources de l'électricité.

L'évolution qui a conduit des anciennes méthodes d'installation aux organisations plus modernes a été inspirée par quelques principes directeurs faciles à dégager de l'ensemble des considérations qui ont pu être évoquées.

Il suffit, pour s'en rendre compte, de retenir qu'il y a quelque quinze années, on considérait en sucrerie la dépense de vapeur des appareils accessoires comme étant d'un intérêt secondaire; les appareils d'évaporation devaient, pensait-on, absorber largement la totalité des vapeurs d'échappement de toute une installation.

Il importait donc peu, en apparence, que la consommation des auxiliaires fût plus ou moins élevée. La préoccupation dominante dans le choix des engins était de réduire la surveillance et l'entretien, *en cours de fabrication*, au minimum; d'où l'adoption, en principe, de machines à allures très lentes et de mécanismes peu compliqués. Toutes les sucreries, à peu près uniformément, étaient équipées avec de nombreuses machines à vapeur réparties un peu dans tous les coins des usines, avec des tuyauteries de vapeur étendues et s'accompagnant de non moins nombreuses transmissions.

On cherchait aussi à rassembler le plus possible tous les auxiliaires au voisinage des générateurs de vapeur. Si l'on songe que l'organisation rationnelle d'une sucrerie implique des bâtiments étagés, on voit de suite pourquoi ces établissements se présentaient sous l'aspect d'un enchevêtrement de machines motrices, de transmissions, de tuyauteries et d'appareils spéciaux de toutes sortes accolés étroitement les uns aux autres, c'est-à-dire dans des conditions tout à fait opposées à la réalisation du minimum d'entretien et du maximum de sécurité.

Ceci ne vise encore qu'une exploitation stable et en marche normale.

Les difficultés s'aggravaient par les conséquences éventuelles de modifications quelque peu sérieuses dans les procédés de fabrication; c'était alors, chaque fois, une partie plus ou moins importante de l'usine à remanier de fond en comble.

Les industriels qui ont suivi attentivement les transformations de l'industrie sucrière dans ces derniers temps ont pu évaluer les sacrifices que la poursuite incessante des progrès a imposés.

En somme, les moyens mis anciennement à profit manquaient de souplesse; on n'a pas tardé à constater aussi qu'ils étaient bien loin d'être économiques tant comme entretien et premier établissement que par leur propre fonctionnement.

De plus, les améliorations apportées, dans le cours des années, aux procédés d'extraction du sucre entraînaient peu à peu des réductions de consommation de vapeur à l'appareil évaporatoire et la question d'absorption des échappements des auxiliaires finissait par changer de face, montrant l'intérêt immédiat d'un relèvement général du rendement des moyens employés : il importait de mettre en harmonie les besoins des caisses d'évaporation et la dépense des auxiliaires.

L'étude détaillée de l'agencement mécanique des diverses parties des usines s'est ainsi imposée peu à peu et les industriels en sont arrivés à substituer aux moyens primitifs des systèmes plus perfectionnés. L'emploi de l'électricité était tout indiqué, et il convient de reconnaître que dans peu d'industries les ressources s'en sont trouvées mieux appropriées aux besoins, tant il est réel que l'usage des transmissions électriques permettait d'effectuer intégralement l'évolution dictée par les nécessités nouvelles.

Les machines auxiliaires peuvent se ramener, dans le cas qui nous occupe, à un nombre restreint de types simples : machines motrices diverses et pompes.

Il est presque superflu, aujourd'hui, de comparer les moteurs électriques et les machines à vapeur à allure lente pour la conduite des transmissions. Prenons cependant quelques chiffres pour fixer les idées et admettons que, pour une puissance de 100 poncelets à répartir sur les arbres des divers moteurs, le rendement de la station génératrice soit égal à 0,75 et celui des moteurs avec la ligne, égal à 0,85. Le rendement de la distribution sera ainsi de

$$0{,}75 \cdot 0{,}85 = 0{,}64$$

et ce chiffre, très modéré, restera sensiblement indépendant de la répartition de la puissance à distribuer.

La puissance à demander aux générateurs de vapeur sera

$$\frac{100}{0{,}64} = 155 \text{ poncelets environ,}$$

ce qui correspond à une consommation horaire moyenne d'environ 2000 kg de vapeur, en comptant sur une marche à échappement libre avec de la vapeur à la pression de 6 kg : cm².

(Nous n'envisagerons pas le cas d'une centrale indépendante de la sucrerie, où les machines pourraient fonctionner à haute pression et condensation; nous nous renfermons dans l'hypothèse où l'appareil évaporatoire absorbe la totalité des vapeurs d'échappement.)

On pourrait encore réaliser quelque bénéfice en ayant recours à la surchauffe, mais nous laisserons ce point volontairement de côté.

Nous négligerons, par surcroît, la simplification des transmissions que comporte l'emploi des moteurs élec-

triques qui permettent presque toujours de réduire d'un degré au moins l'ordre des changements de vitesse.

Comparons maintenant avec une distribution par moteurs à vapeur disséminés dans l'installation.

La puissance moyenne des unités peut être évaluée à 30 poncelets effectifs environ. La consommation horaire d'un moteur de ce genre utilisé en sucrerie peut s'évaluer sans exagération à 25 kg par poncelet (et même au delà), soit 2500 kg : h de vapeur pour 100 poncelets distribués.

Évidemment, l'emploi de moteurs à vapeur à vitesse angulaire élevée permettait de réduire assez sensiblement ce dernier chiffre; mais si l'on arrivait, grâce à cette réserve, à égaler la consommation dans le cas de la distribution électrique, il resterait encore à compter avec un facteur important laissé jusqu'ici de côté.

Nous voulons parler des pertes par condensation dans les tuyauteries. Celles-ci s'élèvent, quoi qu'on fasse, à un taux très élevé qui ramène toujours la balance en faveur de la transmission électrique.

Est-il besoin de dire ici, en se plaçant au point de vue des aménagements, que les intermédiaires de transmission peuvent disparaître ou être réduits suivant les exigences propres à chacune des installations locales? Aucun emplacement n'est spécialement imposé comme pour les transmissions purement mécaniques. Reconnait-on, au cours d'une campagne, la nécessité de modifier ultérieurement la disposition d'un organe quelconque? Aucune difficulté ne sera suscitée par le moteur électrique qui restera employable sans changement avec son matériel de canalisation. En fait, le matériel moteur se trouve totalement indépendant des procédés de fabrication; ceux-ci peuvent varier suivant la marche du progrès sans que l'industriel soit incité à redouter une transformation qui l'obligerait, avec tout autre système, à réformer plus ou moins partiellement le matériel de commande mécanique : *l'emploi des transmissions électriques réserve l'avenir.*

Passons maintenant aux pompes, dont les fonctions multiples en sucrerie animent le système artériel de cette industrie.

Il y aurait à rappeler tout d'abord la consommation de vapeur des pompes à mouvement alternatif et l'encombrement de ces machines avec leurs canalisations d'un montage plus ou moins compliqué.

Ici la supériorité du moteur électrique est due d'abord au rendement élevé qui lui est propre, et ensuite à son adaptation immédiate et facile aux pompes centrifuges. Il est vrai que le rendement de celles-ci est un peu moins élevé, mais la simplicité de leur installation, leur faible encombrement, l'absence de tout entretien, la suppression des tuyauteries d'amenée de vapeur sont des avantages précieux. Pris dans son ensemble, le groupe pompe-moteur électrique atteint, au demeurant, grâce au rendement élevé du moteur un rendement global au moins égal et souvent supérieur à celui de la pompe à vapeur.

Ainsi se trouve légitimée la faveur dont jouissent de plus en plus en sucrerie les distributions électriques; leur valeur pratique en a justifié l'usage, et l'électricité s'est peu à peu introduite dans toutes les opérations; c'est ainsi qu'on a vu apparaître en sucrerie la commande électrique des turbines, des ventilateurs, des transporteurs de toute nature, des appareils de déchargement, élévateurs, etc.

Les courants polyphasés tendent aujourd'hui à être employés de plus en plus pour ces distributions.

Le courant continu ne s'impose, en effet, par aucune considération primordiale. Les propriétés spéciales qu'on invoque ordinairement pour son emploi, — réglage possible de la vitesse, facilité de démarrage des moteurs, application simultanée à l'éclairage et à la force motrice —, n'offrent pas, pour les unes, d'intérêt particulier ici, ou sont possédées également ou au moins suffisamment, pour les autres, par les courants polyphasés.

Les moteurs à vitesse réglable sont exceptionnels en sucrerie, et si quelque exception de ce genre se présentait, on pourrait encore y satisfaire dans des limites suffisantes, soit par un procédé direct, soit par une transformation limitée à l'application spéciale envisagée.

En dehors de cette sujétion bien rare, les courants polyphasés se prêtent *au moins aussi bien*, et souvent *mieux même*, au démarrage facile des moteurs. Eu égard à la simplicité de la construction, la supériorité leur est acquise depuis longtemps par suite de la suppression du collecteur des moteurs, et *à fortiori* lorsque le bobinage du rotor peut être remplacé par une cage d'écureuil.

D'autre part, en de certaines applications, pour la commande des centrifuges notamment, le courant continu peut présenter de sérieux inconvénients, et l'*usage devrait en être écarté toutes les fois qu'une augmentation accidentelle de la vitesse angulaire pourrait être susceptible de provoquer dans les pièces mécaniques des contraintes dangereuses pour leur sécurité.*

Ce cas se présente, en particulier, pour les turbines électriques à courant continu.

Les grandes vitesses adoptées pour les turbines conduisent, dans des conditions normales, à une contrainte déjà élevée puisque une masse de 1 gramme de matière à la périphérie d'un panier de 1,25 m de diamètre, à la vitesse de 1000 t : m est sollicitée par une force centrifuge de 700 g et que la contrainte dans le métal d'un anneau en tôle, sous l'action de la force centrifuge seule à cette vitesse atteint déjà 340 kg par cm². Il faut tenir compte, en outre, des déséquilibrages qui peuvent se présenter accidentellement en marche et de la contrainte supplémentaire due à la charge de la turbine. Aussi la contrainte réelle du métal du panier, est-elle, en général, presque toujours voisine de la limite de sécurité et une augmentation sensible de la vitesse peut-elle présenter les plus graves inconvénients.

Ceux-ci peuvent se manifester avec le courant continu si, pour une cause fortuite quelconque, l'excitation vient à être réduite ou à disparaître : avec un moteur en série, un court-circuit local dans les inducteurs peut provoquer une accélération dangereuse; avec un moteur en dériva-

tion la rupture du circuit d'excitation, constitué la plupart du temps par un fil assez fin, peut conduire aux mêmes conséquences.

On peut chercher à pallier ce danger par des appareils accessoires : régulateur centrifuge commandant l'ouverture d'un interrupteur automatique pour une certaine vitesse; fusibles ou disjoncteurs coupant le circuit lorsque l'intensité prend une valeur élevée consécutive à une augmentation de vitesse. La sécurité reste assujettie au fonctionnement de ces appareils et celui-ci peut-être plus ou moins aléatoire. A la vérité, ceux de la première catégorie seraient les plus efficaces. Quant aux autres, il ne faut pas oublier qu'ils doivent être réglés pour assurer le démarrage et, par conséquent, pour un courant parfois décuple du courant absorbé par le moteur lorsque la turbine est en vitesse de régime. Si l'excitation est réduite dans le cas du moteur en série de 20 pour 100, le débit sera simplement quintuplé (approximativement) et la vitesse augmentant de 20 pour 100, la contrainte due à la force centrifuge augmentera de plus de 40 pour 100 ce qui peut constituer un danger suffisant, sans que les fusibles agissent.

Avec un moteur en dérivation, la rupture du circuit d'excitation constitue, il est vrai, un court-circuit presque franc sur la source, mais les effets de self-induction dans l'inducteur, au moment de la rupture, rendent moins franche la mise virtuelle en court-circuit et l'irruption d'un courant intense dans l'induit peut suffire à donner une impulsion néfaste un moment avant l'action des disjoncteurs.

Il est donc très important de surveiller la fabrication des paniers et la nature du métal; il serait même indiqué pour leur exécution, de recommander l'emploi des métaux à haute ténacité dont l'usage industriel s'est répandu en ces derniers temps (aciers au nickel, bronzes spéciaux, etc.) tout au moins pour fretter convenablement les pièces annulaires.

En tout état de cause, il est indiscutable qu'on doit accorder la préférence à un système qui ne donne pas lieu même à l'éventualité de fâcheuses hypothèses; la commande par moteurs asynchones est naturellement dans ce cas, leur vitesse étant gouvernée uniquement par la fréquence de la machine génératrice.

La sécurité qu'ils présentent à ce point de vue vient donc ajouter, en l'espèce, un argument de plus en faveur des courants alternatifs.

Enfin, les objections relatives à la simultanéité des distributions d'éclairage et de force motrice sont sans importance, lorsque les installations sont prévues en conséquence, les réseaux pouvant toujours être étudiés de façon que les démarrages des moteurs soient sans influence désagréable sur la lumière. Aujourd'hui surtout, la possibilité de *compounder* les alternateurs offre des ressources précieuses pour la solution complète du problème. Il nous reste à appuyer ce rapide exposé par quelques descriptions.

La *maison Breguet* s'est adonnée particulièrement, par une pratique ininterrompue, à ce genre d'installations qui comporte principalement des *alternateurs compounds* (¹) et des *moteurs* asynchrones *du système Boucherot* (²).

Les applications qu'on rencontre en sucrerie peuvent se ranger, suivant la nature des appareils à conduire, en quelques catégories, les puissances différant seulement selon l'importance des engins.

1° *Commande de transmissions pour conduite d'appareils groupés.* — En général, le démarrage s'opère à peu près à vide, c'est-à-dire avec appareils débrayés; le couple résistant au démarrage est presque toujours inférieur au couple résistant à charge normale. La charge moyenne de la transmission est peu influencée par les variations individuelles du régime des appareils entraînés.

En ce cas, la puissance des unités à adopter varie naturellement suivant l'importance des machines à conduire.

Les moteurs que la maison Breguet a eus à employer dans ces conditions sont tous des moteurs Boucherot du genre α depuis 1 cheval jusqu'à plus de 100 chevaux; la description en a déjà été donnée (³) dans ce journal.

La figure 1 représente un moteur de ce type dont l'usage est aujourd'hui très courant, notamment à la

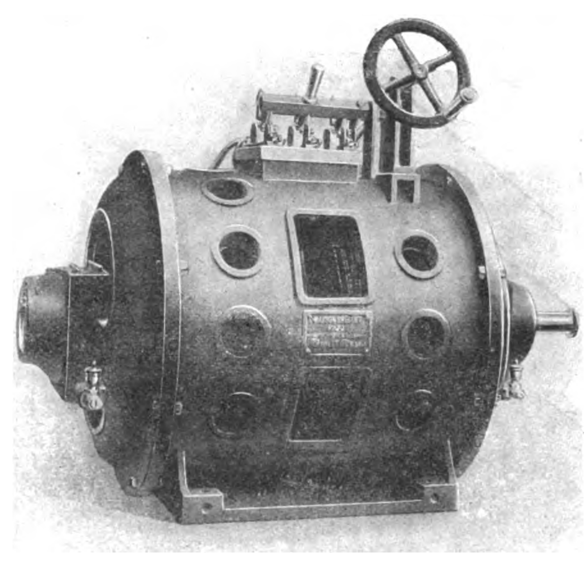


Fig. 1. — Moteur Boucherot, genre α.

Sucrerie centrale de Cambrai (plus de 100 moteurs, ensemble 500 poncelets), à la sucrerie de Pommiers (270 poncelets), à la sucrerie de Banteux (250 poncelets), à la

(¹) Voy. *L'Industrie électrique*, t. IX, 1900, p. 297.
(²) Voy. *L'Industrie électrique*, t. XIV, 1905, p. 536.
(³) Voy. au sujet de ces moteurs *L'Industrie électrique* du 10 déc. 1905, n° 335, p. 536 et suiv.

sucrerie de Vic-sur-Aisne (120 poncelets), à la sucrerie de Bourdon (75 poncelets), etc.

2° *Commandes de transmissions à démarrages pénibles.* — Sous cette rubrique nous envisageons les appareils du genre des broyeurs, concasseurs et analogues dont le service normal, tout en ne présentant pas de grandes variations du couple, offre cependant au démarrage des résistances exceptionnelles.

Tels sont les *broyages de chaux*, par exemple, au moyen de broyeurs à boulets et de moulins à tubes dont une application a été faite à la Sucrerie centrale de Cambrai.

Il faut, en ce cas, prévoir un couple de démarrage susceptible d'atteindre deux à trois fois la valeur du couple à charge normale. Les démarrages sont d'ailleurs peu fréquents et la commande s'établit facilement par courroie.

Le moteur genre α convient encore ici.

Le broyage de la chaux est effectué dans des moulins à boulets contenant chacun 950 kg de boulets en acier martelé.

Ces moulins, au nombre de trois, tournent à raison de 25 t:m en produisant chacun, par 24 heures, 60 à 70 tonnes de chaux vive tamisée par l'appareil lui-même; chaque moulin est commandé par un moteur de 15 poncelets environ.

Au sortir des moulins à boulets, la chaux est amenée à des broyeurs à tubes tournant à 25 t:m et contenant chacun une charge de 3500 kg de galets ordinaires. Ces broyeurs, également au nombre de trois, sont constitués par des tubes de 5 m de longueur garnis intérieurement d'une chemise constituée par un pavement en granit dur.

Malgré l'envahissement des poussières de chaux, les moteurs se comportent parfaitement en un service ininterrompu de plusieurs mois, en raison de l'absence de bagues et frotteurs et de la rusticité de l'organe mobile.

Chaque tube commandé par courroie, par un moteur Boucherot de 20 poncelets, débite 40 à 45 tonnes de chaux par 24 heures. La chaux sort en farine ne donnant que 5 à 10 pour 100 de rebut par blutage au tamis de soie numéro 110.

3° *Commande d'appareils à démarrages fréquents et pénibles, défourneuses, coupe-racines, monte-charges.* — Dans la préparation des matières auxiliaires de fabrication, celle de la chaux constitue un travail dont l'importance est notable. La nécessité de réduire la main d'œuvre oblige à restreindre au minimum les manutentions. C'est ainsi que beaucoup d'industriels procèdent au *défournage mécanique* des fours à chaux. Comme bien l'on pense, il faut recourir pour dégager les grilles, à la puissante intervention des accumulateurs hydrauliques, mais il faut aussi recharger ceux-ci très-rapidement durant les intervalles de repos. La nécessité d'une mise en marche automatique et rapide s'impose ainsi que, par suite, la réalisation d'un couple de démarrage énergique.

La *maison Breguet* a appliqué, dans ces circonstances, à la sucrerie de Cambrai, le moteur Boucherot du genre γ.

La construction générale de ce moteur est analogue à celle d'un moteur asynchrone ordinaire, mais le rotor (fig. 2) se présente sous forme d'une armature por-

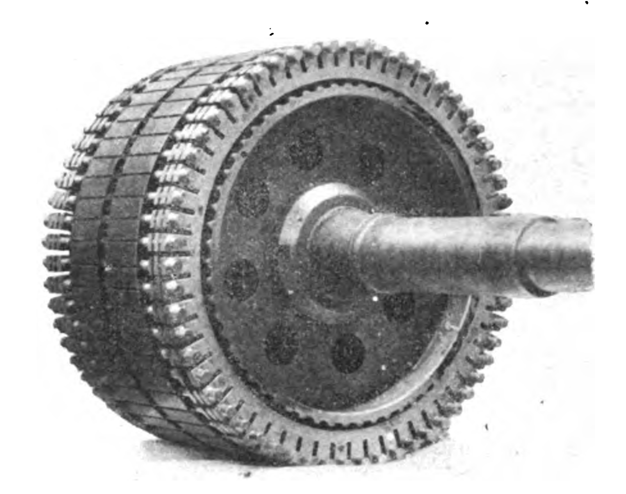


Fig. 2. — Rotor de moteur Boucherot, genre γ.

tant deux cages d'écureuil disposées concentriquement. L'une de ces cages, logée vers la périphérie, est très résistante et la self-induction en est relativement faible; l'autre, placée plus près de l'axe du rotor, possède une faible résistance avec une self-induction élevée.

La figure 3 montre les divers organes séparés d'un moteur γ.

Au moment du démarrage, la pulsation du champ tournant étant maxima par rapport au rotor, la cage intérieure forme écran vis à vis du flux; le courant induit qui y circule est très faible. La cage extérieure, grâce à sa forte résistance, développe la majeure partie du couple avec un courant modéré et se comporte comme le bobinage d'un rotor à résistances insérées dans l'induit.

Au contraire, lorsque le moteur est en vitesse, le flux tournant, ayant alors une vitesse faible relativement à l'induit, n'engendre plus qu'un courant très réduit dans la cage extérieure, mais traverse la cage intérieure qui prend la prépondérance dans la production du couple.

Pour faciliter cette répartition du flux entre le démarrage et la marche au voisinage du synchronisme, les disques du noyau d'armature, dans la partie comprise entre les deux cages, sont pourvus de fentes radiales de dimensions appropriées servant à régler, une fois pour toutes, la réluctance de cette portion du circuit magnétique.

En fait, en combinant les valeurs adoptées pour les résistances des cages, les réluctances et le glissement du moteur, on arrive à répartir le couple moteur sur les deux cages de façon à réduire au minimum le courant magnétisant.

Par suite de l'ensemble de ces dispositions, le couple est maximum au démarrage; et si, pour un motif quel-

conque, le glissement vient à augmenter, jusqu'au stoppage complet même, le moteur retrouve *ipso facto* le couple correspondant à ce glissement et peut surmonter sans aucune autre intervention le couple résistant accidentel.

La mise en marche de ce genre de moteur n'exige aucun appareil ni dispositif spécial; il suffit de fermer l'interrupteur tripolaire placé sur le circuit du stator.

Les *coupe-racines* ont donné lieu également à des applications intéressantes des moteurs électriques du genre γ.

Ces appareils étaient primitivement conduits par des embrayages à changement de marche, dont l'installation était assez encombrante, complexe et peu maniable. En outre, les couteaux, à chaque arrêt, restaient souvent très engagés dans les racines et tout nouveau démarrage

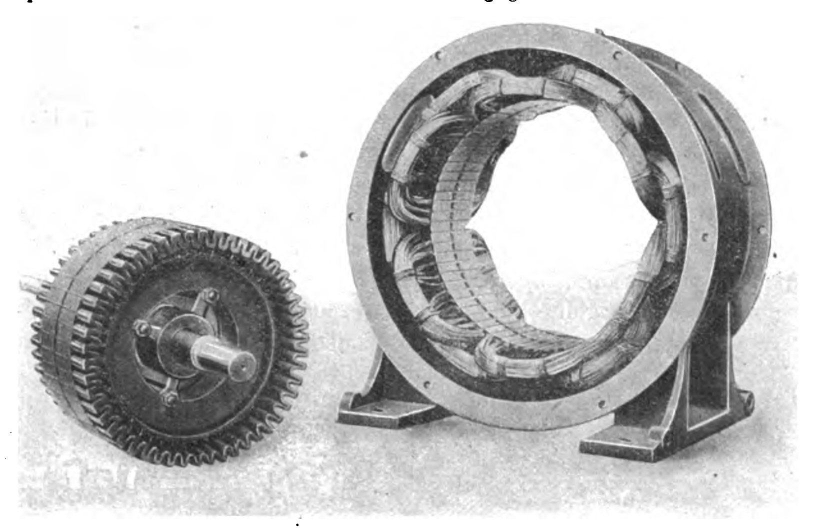


Fig. 3. — Moteur Boucherot, genre γ, pièces séparées.

devait être précédé d'une marche en arrière, de peu d'amplitude, il est vrai, mais indispensable pour éviter, en dégageant les couteaux, d'avoir à la mise en route, un couple résistant excessif.

Avec les moteurs du genre γ, le couple de démarrage peut être réalisé à telle valeur que le dégagement préalable des couteaux devienne superflu, comme la pratique a permis de le vérifier. Le simple interrupteur dont s'accompagne le moteur donne à la manœuvre une aisance idéale.

La sucrerie centrale de Cambrai, la sucrerie de Pommiers et celle de Banteux sont pourvues de coupe-racines commandés par moteurs du genre γ de 15 et 25 poncelets; l'adjonction à ceux-ci d'enrouleurs du *système Leneveu* a permis de réduire l'encombrement au minimum et facilité l'installation des appareils.

Les *monte-charges* exigent également des moteurs opérant de façon similaire.

4° *Commande de pompes et de ventilateurs.* — Les applications de ce genre sont particulièrement nombreuses. Il est encore intéressant de faire remarquer combien le moteur asynchrone par les vitesses angulaires élevées dont il s'accommode, par sa régularité de marche et sa vitesse constante, s'adapte facilement à la commande des pompes centrifuges avec lesquelles il arrive à former des ensembles compacts.

Les pompes centrifuges se peuvent classer en pompes à faible ou moyenne pression et en pompes à haute pression.

Les premières tournent le plus souvent de 1000 à 1500 t : m. La figure 4 représente des groupes de pompes centrifuges de la sucrerie de Pommiers commandées par

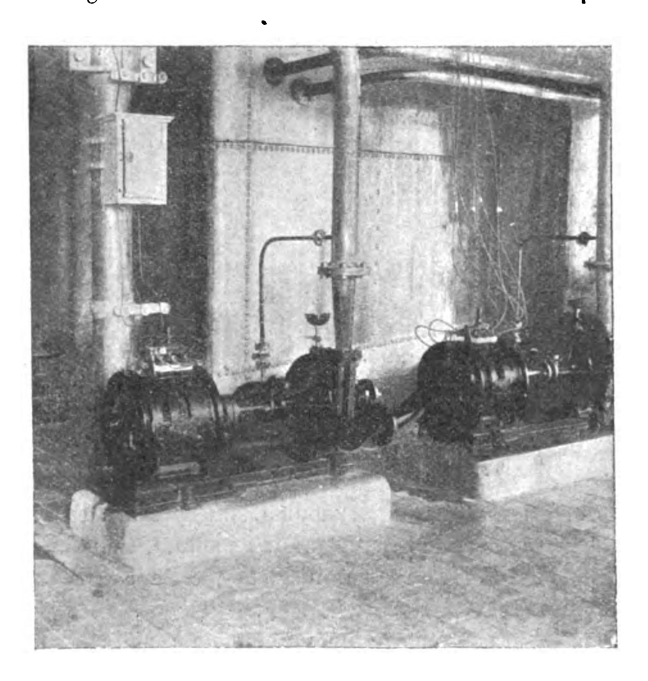


Fig. 4. — Sucrerie de Pommiers. — Groupes de pompes centrifuges commandées par moteurs Boucherot, genre α.

moteurs Boucherot du genre α. La pompe de gauche sert à refouler les jus clairs avant la seconde carbonatation au travers d'une série de réchauffeurs avec un débit

de 10 litres par seconde sous une pression de 4 kg:cm² au refoulement; la puissance fournie par le moteur est de 4,5 poncelets sous 210 volts à 1480 t:m.

La pompe de droite refoule le jus trouble dans les filtres-presses de seconde pression ; elle débite également 9 à 10 litres par seconde sous une pression de 2 kg:cm². La puissance développée par le moteur est d'environ 3 à 3,5 poncelets.

A côté de ces pompes à vitesse angulaire modérée, celles à haute pression exigeant des vitesses angulaires voisines de 3000 t:m ont rencontré, dans ces dernières années, une faveur croissante en raison de leur rendement élevé et de la simplicité des éléments constitutifs qui suppriment les montages en cascade de plus ou moins nombreux corps de pompe. Ici l'emploi de moteurs à induits bobinés avec bagues et frotteurs présenterait de réels inconvénients, pour ne pas dire *impossibilités*, quant à l'obtention de pièces d'une rigidité mécanique satisfaisante et surtout permanente. Les moteurs à simple cage d'écureuil sont aussi à rejeter en raison des difficultés du démarrage jointes à l'absorption d'un courant excessif, sauf recours à d'onéreuses complications d'accessoires d'installation (auto-transformateurs, bobines de selfs, etc.).

Le moteur Boucherot, au contraire, combinant la disposition du rotor en cage d'écureuil avec les propriétés des moteurs à résistance dans l'induit, offre des avantages précieux. Le rotor reste une pièce mécanique indéformable équilibrée et robuste tout à fait appropriée à l'usage des très grandes vitesses angulaires.

On peut réaliser, très simplement, des moteurs de ce genre de plusieurs centaines de poncelets. En sucrerie, les puissances nécessaires sont ordinairement moindres. Ainsi la *sucrerie de Pommiers* possède deux moteurs de 9 poncelets à 2880 t:m; à la *sucrerie de Banteux* la pompe à jus trouble nécessite un moteur de 35 poncelets à 2800 t:m, la pompe de filtration intermédiaire, un moteur de 15 poncelets à la même vitesse.

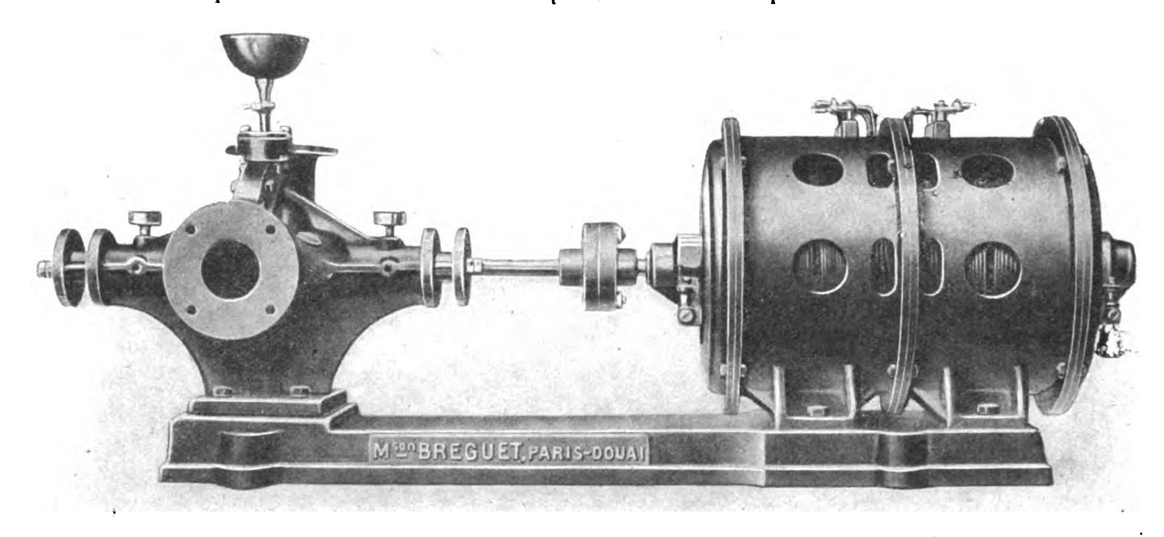


Fig. 5. — Pompe électrique avec moteur Boucherot, genre β à 2 pôles; 50 périodes par seconde.

Le couple au démarrage étant relativement très faible, la construction des moteurs Boucherot est encore simplifiée [1]. Les deux stators sont fixes et le démarrage s'opère par le jeu d'un commutateur à trois positions réalisant successivement entre les enroulements des deux stators, trois couplages différents. Le déphasage progressif des deux stators, au lieu de s'opérer mécaniquement comme pour les moteurs du genre α, s'opère électriquement entre les enroulements; cette catégorie de moteurs est dite « genre β ».

La figure 5 montre un ensemble de ce genre avec moteur à 2 pôles; 50 périodes par seconde.

Ce système jouit encore d'un avantage appréciable en ce que le commutateur peut être placé à distance quelconque du moteur, la position du poste de manœuvre étant alors indépendante de celle du moteur; l'opérateur peut suivre le fonctionnement du moteur pendant la manœuvre, d'après les indications d'un ampèremètre.

Les *ventilateurs aspirants*, dont certaines applications se rencontrent en sucrerie, se rangent aussi dans cette classe. Tels sont les ventilateurs aspirants employés à la sucrerie de Cambrai [1].

5° *Commande à distance d'appareils à démarrage pénible.* — Cette catégorie comprend les engins les plus divers.

La nature des opérations exige un moteur capable de démarrer à coup sûr par la simple fermeture d'un interrupteur tout en développant un couple très élevé si les résistances passives au départ sont grandes, mais en n'absorbant qu'un courant limité et proportionnel au couple demandé.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 335, p. 336 et suiv.

(2) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 335, p. 336 et suiv.

Il est, de plus, désirable que de tels moteurs n'imposent pour ainsi dire aucune surveillance et puissent sans manœuvre spéciale, à un moment quelconque et sans que le fonctionnement ultérieur en soit troublé, supporter d'eux-mêmes les à-coups susceptibles de se produire.

L'énumération de ces conditions rappelle justement les qualités du moteur Boucherot genre γ, et c'est, en effet, celui-ci qu'on rencontre dans les applications de cette nature.

Telles sont les installations des *déchargeurs* et *basculeurs de wagons*, à la sucrerie centrale de Cambrai, et celle des *transporteurs de silos*. Ici les moteurs échappent complètement à la préoccupation du personnel qui n'a qu'à surveiller les opérations des appareils d'utilisation et à en provoquer la marche ou l'arrêt par l'action d'interrupteurs à manœuvre brusque. Lorsqu'une résistance anormale se manifeste dans les opérations, le moteur retrouve en ralentissant momentanément un couple de plus en plus élevé et, la résistance disparaissant, reprend sa vitesse normale sans aucune intervention du personnel chargé de la conduite.

A la *sucrerie de Pommiers*, une intéressante installation gouvernée par moteur du genre γ est celle du déchargement des chalands qui approvisionnent l'usine en betteraves, charbons et calcaires; le système employé est celui d'un *traînage par chaîne*.

Les chalands sont d'abord vidés par une grue qui alimente des wagonnets amenés sur une plateforme-quai. Là un accrochage par griffe permet d'atteler, au fur et à mesure de leur remplissage, les wagonnets à une chaîne traînante, laquelle les emmène à une recette distante de la plateforme-quai d'environ 300 m. Cette chaîne traînante est mise en mouvement par un tambour autour duquel elle décrit trois révolutions: le tambour est commandé au moyen d'engrenages d'angle par un moteur γ d'une puissance de 6 poncelets installé dans une cabine voisine. La mise en marche et l'arrêt du moteur sont réglés par des interrupteurs tripolaires ordinaires soit de la recette, soit de la plateforme d'accrochage. La brutalité des accrochages, les variations d'adhérence suivant les intempéries sont sans aucune influence sur le fonctionnement du moteur qui a toujours assuré une marche parfaite et ininterrompue de l'ensemble.

6° *Commande des turbines à sucre*. — Nous arrivons ici à l'une des questions à l'ordre du jour.

(*A suivre.*) E.-J. Brunswick.

L'ÉLECTROLYSE DU CUIVRE

M. Lawrence Addicks a fait, il y a quelques mois, au *Franklin Institute*, de Philadelphie, sous le titre ci-dessus, une intéressante communication que nous nous faisons un plaisir de condenser ici.

Comme l'observe tout d'abord très judicieusement l'auteur, la découverte de la dynamo a seule permis la fabrication du cuivre électrolytique qu'elle exigeait elle-même. Il rivalise aujourd'hui, comme qualité, avec le trop rare métal des Grands Lacs américains et le marché du monde tend à ne plus reconnaître désormais comme base d'opérations commerciales que deux qualités génériques du métal, les cuivres fins (électrolytiques ou des Lacs) et les cuivres de commerce ou ordinaires, dont la conductibilité électrique, prise comme criterium, n'a pas besoin de dépasser 98 pour 100 de celle du cuivre chimiquement pur. La légère supériorité encore attribuée, en ce qui concerne la ténacité, et par routine peut-être, au métal des Lacs ne paraît guère attribuable qu'à sa moindre pureté, par suite de la présence d'un peu d'arsenic qui, préjudiciable, même en très faible proportion, au point de vue de la conductibilité électrique, semble augmenter notablement les qualités mécaniques du cuivre.

L'auteur passe ensuite en revue les divers éléments qui interviennent dans l'électrolyse et concourent à sa valeur tant industrielle que technique.

L'*électrolyte* idéal pour l'affinage du cuivre serait un liquide chimiquement inerte, mais capable de dissoudre le cuivre électrochimiquement et dépourvu de résistance. La solution de sulfate acide, de faible valeur commerciale d'ailleurs, répond très approximativement à ces différentes conditions, malgré une certaine redissolution du cuivre à la cathode. L'or n'y est pas attaqué, non plus que l'argent, pratiquement du moins; l'addition d'une minime proportion d'un chlorure soluble précipite d'ailleurs dans les boues ce dernier métal aussi bien que l'antimoine; la présence du chlore donnerait en outre, dit-on, des cathodes plus unies. La discussion même des avantages de ce corps suffit à en garantir l'innocuité.

Les affineries américaines emploient généralement des *anodes* de teneur élevée, présentant ordinairement la composition suivante :

Cuivre	98 à 99,3 pour 100.
Argent	0 à 0,75 —
Or	0 à 0,11 —
Arsenic	0 à 2 —
Antimoine, bismuth, fer, nickel, sélénium, silice, soufre, tellure	Petites quantités.

Les impuretés passent, avec les sulfates solubles, entièrement dans la solution, où elles s'accumulent. Le sélénium et le tellure, ainsi que les métaux précieux, se précipitent, de leur côté, dans les boues. On a ainsi une triple séparation : comme produits utilisables, le cuivre qu'on recueille à la cathode, l'or et l'argent à retirer des boues, et parfois des sulfates de cuivre et de nickel à extraire de l'électrolyte. Quant au sélénium et au tellure, ils n'ont, autant dire, pas d'emploi industriel, mais il serait, au besoin, facile de les retirer des boues. L'arsenic, l'antimoine et le bismuth se retrouvent en partie

dans la solution, en partie dans les boues, suivant la nature de la combinaison sous laquelle ils existent dans l'anode et selon les diverses réactions secondaires qui se produisent dans l'électrolyte. L'arsenic est le corps qui donne le plus d'ennuis. Une forte proportion dans les anodes, soit plus de 1 pour 100, oblige à un traitement coûteux de la solution; pour de petites quantités, il semble tomber plus facilement dans les boues. De toute façon il est à éviter. L'antimoine et le bismuth existent rarement en quantités suffisantes pour être gênants.

La boue insoluble à l'anode est, naturellement, de composition extrêmement variable suivant la teneur plus ou moins riche de la matière traitée. De nature essentiellement métallique, elle présente la composition moyenne suivante :

Argent	40	pour 100.
Or	2	—
Cuivre	25	—
Sélénium et tellure	5	—
Arsenic et antimoine	10	—
Plomb, silice, acide sulfurique, etc.	18	—
	100	pour 100.

La présence d'une aussi grande quantité de cuivre dans les boues est un inconvénient au point de vue du procédé d'affinage de l'argent, et ce cuivre doit être éliminé avant la coupellation. Les autres substances ne sont guère matière à difficulté, sauf peut-être le tellure dont la combustion exige un traitement prolongé au four.

Le cuivre recueilli à la *cathode* est extrêmement riche; sa teneur est couramment de 99,93 pour 100 de métal pur avec de l'hydrogène comme principale impureté. Les impuretés à éviter à la cathode sont de deux sortes : celles qui diminuent la conductibilité électrique du métal et celles qui le rendent cassant. L'arsenic et l'antimoine appartiennent à la première catégorie, et, d'après les expériences de l'auteur, 0,000013 d'arsenic et 0,000071 d'antimoine suffisent à réduire de 1 pour 100 la conductibilité du cuivre; par contre on y rencontre

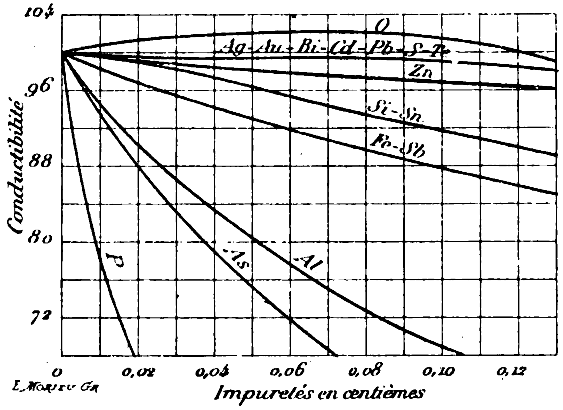


Fig. 1. — Influence de la présence de divers corps étrangers sur la conductibilité du cuivre.

rarement le tellure et le plomb qui appartiennent à la seconde catégorie, et les impuretés de cette classe s'introduisent plutôt par contamination ultérieure. Ces corps et l'or et l'argent qu'on y trouve également pourraient aussi être dus à un apport mécanique provenant des boues de l'anode et subissant une sorte d'attraction électrostatique de la part de la cathode. On voit sur la figure 1 l'influence générale des divers corps étrangers sur la conductibilité électrique du cuivre.

La *production* d'une cuve d'affinage dépend du courant total qui la traverse, du nombre d'électrodes en série qu'elle contient, de la durée du passage du courant et de l'équivalent électrochimique. La masse du dépôt réel est toujours inférieure à la masse théorique donnée par le calcul, en raison d'une faible redissolution chimique de la cathode, qui se manifeste surtout à la surface du bain et s'élève, dans la pratique, à 0,5 ou 1 pour 100 de la masse déposée, en raison également des terres et des courts circuits entre électrodes, qu'on peut réduire d'ailleurs par de bonnes dispositions et des précautions élémentaires. On arrive généralement ainsi à un rendement net de 90 à 95 pour 100.

La *tension* nécessaire pour faire passer dans l'ensemble des cuves le courant convenable dépend d'un certain nombre de facteurs, savoir les résistances métalliques et liquides et la force contre-électromotrice. Les résistances métalliques peuvent se chiffrer d'après la loi de Sir W. Thomson (Lord Kelvin), d'autant plus facile à appliquer ici que la continuité de l'opération donne un facteur de charge de 100 pour 100. La résistivité de l'électrolyte est grandement influencée par sa composition chimique; la figure 2 donne les résistivités approximatives d'électro-

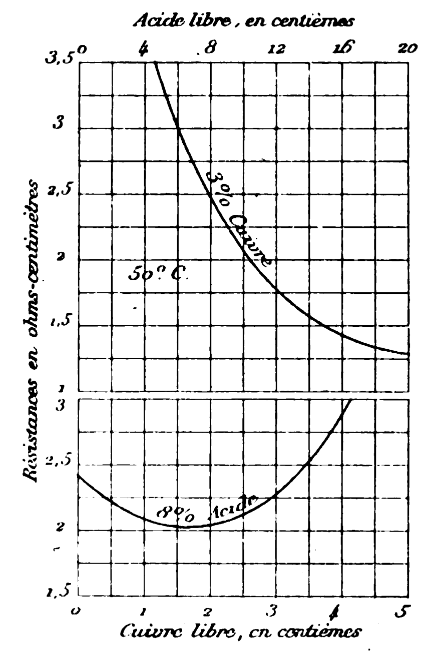


Fig. 2. — Variation de résistivité de l'électrolyte suivant les quantités de cuivre et d'acide libres.

lytes contenant différentes proportions de cuivre et d'acide libre. Il y a à réaliser dans la proportion de cuivre et d'acide contenus dans l'électrolyte un certain

équilibre en dehors duquel peuvent se produire des troubles de polarisation nuisibles à la conductibilité.

On a donné le nom de *résistance de transport* à une résistance particulière, encore mal connue, du liquide, dont la résistivité serait plus élevée que ne l'indiquerait la loi d'Ohm d'après les mesures effectuées, l'écart étant d'autant plus grand que les électrodes sont plus rapprochées pendant les mesures (fig. 3). On l'attribue à

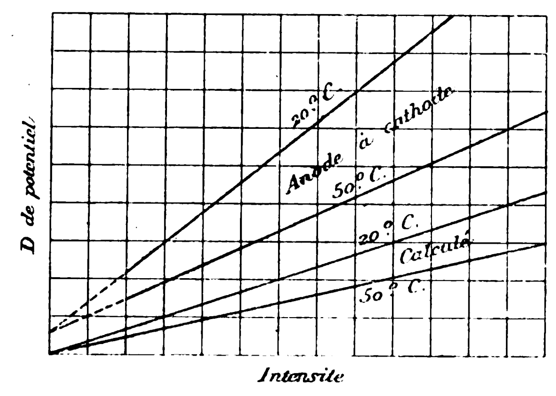


Fig. 3. — Anomalie due à la *résistance de transport*.

un dégagement de minuscules bulles de gaz au voisinage des électrodes, ou à une polarisation irréversible, fonction de l'intensité. Elle a pour effet de diminuer le gain qu'on pourrait espérer d'un très grand rapprochement des électrodes et de l'augmentation de la teneur acide de l'électrolyte, et d'améliorer le gain provenant de l'échauffement de ce dernier.

Le coefficient de température des électrolytes est élevé

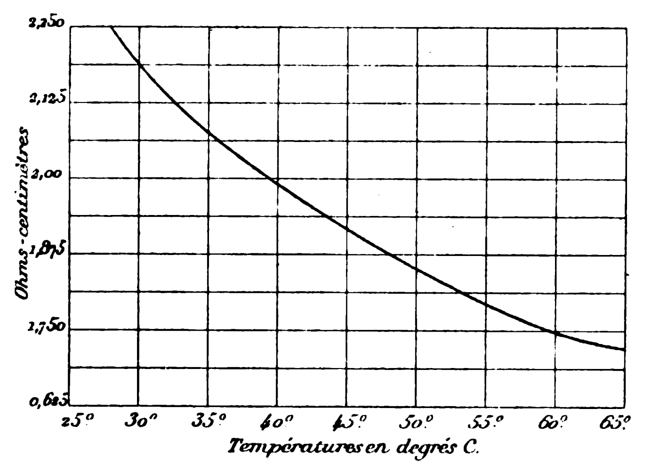


Fig. 4. — Variation de la résistivité en fonction de la température de l'électrolyte.

et varie avec cette température, comme on le voit sur la figure 4.

Les résistances de contact aux joints des barres peuvent, par un dressage soigné, être réduites à celles des barres elles-mêmes, et l'on peut y admettre sans inconvénient une densité de courant de 45 à 60 ampères par cm². Quant aux contacts de barres à électrodes, leur résistance est extrêmement variable et peut osciller, pour un seul contact, entre 0,000005 et 0,0005 ohm, suivant la netteté des surfaces engagées et la pression à laquelle elles sont soumises.

On a finalement affaire à une force contre-électromotrice due à une concentration plus grande de l'électrolyte à l'anode qu'à la cathode; mais elle est généralement très faible et n'excède pas 0,02 v environ par cuve.

En somme, les obstacles à vaincre peuvent se résumer pratiquement de la manière suivante :

Résistance métallique des conducteurs. .	15 pour 100.
— de l'électrolyte, compris celle de transport.	60 —
— des contacts	20 —
Force contre-électromotrice.	5 —
	100 pour 100.

La question de *densité du courant* est un des éléments importants du coût de la puissance nécessaire. La pratique varie, en Amérique, de 90 à 330 ampères par m². La continuité et la régularité de fonctionnement à pleine charge dans une grande exploitation constituent les conditions idéales pour la production, par la vapeur, de l'énergie nécessaire. Les grandes densités de courant exigent une surveillance beaucoup plus attentive en raison de la tendance plus grande à polarisation. Il est bon de faire circuler l'électrolyte de cuve à cuve pour en maintenir l'uniformité de composition, et ce d'autant plus que la densité de courant est plus élevée. Une circulation excessive tend cependant à agiter les boues d'argent, ce qui se traduit par une perte plus élevée de ce métal aux cathodes. Une trop grande densité de courant détermine, d'autre part, un dépôt plus grossier de cuivre qui oblige à un renouvellement plus fréquent des cathodes pour le maintien du rendement. On travaille, en général, à des densités de courant comprises entre 160 et 190 ampères par m².

Les *dimensions des cuves* sont avant tout une affaire de facilité de construction. Le nombre d'électrodes montées en parallèle ne paraît pas être en relation directe quelconque avec les rendements. On arrive à monter, sans qu'il en résulte le moindre ennui, jusqu'à soixante électrodes dans une seule cuve multiple. Quant à la nature du dépôt, le sulfate d'ammoniaque (tout en augmentant un peu la résistance de la solution) et la gélatine semblent en favoriser la finesse ou diminuer la tendance à une structure cristalline.

Il se vend relativement peu de cuivre en son état cathodique, si idéal qu'il soit pour la fabrication du laiton et des pièces en fondu. Les lingots et les barres pour fils ne présentent malheureusement pas la même conductibilité que les prises faites sur les cathodes dont on les a fabriqués, le traitement ultérieur au four y introduisant des impuretés. En somme, le fait que le cuivre chimiquement pur est très sensible à ce qui l'entoure et la facilité avec laquelle il se refroidit, en raison de sa conductibilité thermique élevée, en font un métal difficile à manier.

Bien que ce travail ait pour point de départ une étude faite sur une application du système multiple d'affinage et non du système en série, il ne semble pas qu'il y ait prépondérance économique bien marquée dans l'emploi de l'un d'eux par rapport à l'autre. Compensation faite du coût de la puissance nécessaire, de l'installation plus ou moins compacte, de l'immobilisation des capitaux, du coût de préparation des anodes, de la surveillance et de l'entretien, il ne paraît pas exister entre eux de bien grandes différences pécuniaires, et le fait que de grandes affineries prospèrent aussi bien avec un des systèmes qu'avec l'autre conduit à penser qu'il y a équilibre aussi exact que possible entre le pour et le contre spéciaux à chaque cas, bien que, en réalité, on affine beaucoup plus de matière par le procédé multiple que par le système en série. E. B.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

L'avenir des moteurs à gaz. — En ces temps de concurrence à outrance, les industriels doivent soigneusement examiner les avantages qui peuvent résulter de l'emploi de machines motrices perfectionnées. Pour cette raison, on adopte souvent les machines à gaz pauvre qui consomment du gaz de haut fourneau, ou celui provenant des fours à coke.

Le progrès le plus récent dans la construction des grandes machines à gaz provient principalement de ce qu'elles sortent des ateliers des fabricants qui avaient déjà l'expérience de la construction de grandes machines à vapeur et d'autres machines.

D'après M. Émile Mond, ingénieur de la *Power Gas Corporation*, il existe environ 146 machines à gaz de types différents de puissance variant de 36 à 1850 poncelets, qui utilisent du gaz pauvre produit par son procédé. La puissance moyenne de chaque machine est de 340 poncelets environ. Il n'y a donc aucun doute qu'il est dès maintenant possible d'obtenir une machine à gaz pouvant fournir une puissance de 1500 poncelets, dont la sûreté de marche et la régularité ne laissent rien à désirer. L'économie réalisée sera de beaucoup supérieure à celle de toute machine à vapeur. M. Émile Mond a pu vérifier tout cela par des statistiques qu'il a reçues de ses clients qui ont eu à leur service des machines à gaz de 150 à 1500 poncelets pendant quelques années. Mais, jusqu'à présent, il n'y a pas beaucoup de machines de plus de 1500 poncelets en Angleterre; cependant, sur le continent, des machines de cette puissance ont donné la plus grande satisfaction. On cite une installation où il y a 6 machines à gaz de 1700 poncelets qui actionnent des alternateurs. La plus grande installation de ce genre est certainement celle de la Compagnie *Lackawanna Steel*, à Buffalo, dans les États-Unis, où il y a 8 machines à gaz de 750 poncelets qui actionnent des alternateurs couplés en parallèle, puis 8 encore de 1500 poncelets qui actionnent des machines soufflantes. Toutes ces machines sont du type Körting, et elles fonctionnent avec les gaz des hauts fourneaux.

L'économie en combustible réalisée par une machine à gaz qui fonctionne dans une installation moderne pour produire le gaz est certainement remarquable, et elle justifie les espérances que forment les ingénieurs pour son avenir. Une machine à gaz de 75 poncelets et son installation consommeront 0,65 kg de charbon par poncelet-heure contre 1,5 ou 2 kg pour l'installation à vapeur la meilleure possible. Mais elle n'est pas seulement supérieure en économie de charbon, mais aussi relativement à la dépense totale et aux frais d'exploitation.

Il y a aussi dans les mines de charbon un grand champ pour l'utilisation des gaz. Chaque année on produit dans le Royaume-Uni 11 000 millions de kg de coke, et pour cela on a besoin de 17 000 millions de kg de charbon. On dit que 1000 kg de charbon donnent par la transformation en coke 251 428 litres de gaz spécial de four à coke d'une puissance calorifique assez grande. Les trois quarts de cette énergie calorifique servent à chauffer les fours, et on laisse, l'autre quart pour la force motrice.

Marconi et son monopole. — M. Oppe, directeur de la Compagnie Marconi, du Canada, a signé un contrat avec le gouvernement colonial, par lequel la Compagnie accepte d'entreprendre et d'exploiter les stations de télégraphie sans fil le long de la côte du Labrador, et de construire et d'exploiter telles autres stations que le gouvernement peut désirer. La Compagnie livrera aux lignes télégraphiques du gouvernement tous les messages industriels reçus à la station Marconi du Cap Race et d'autres postes en relation avec les navires passant au large. Le Gouvernement, de son côté, accepte d'avoir toute sa correspondance télégraphique pour le Canada transmise par les stations de la Compagnie, mais seulement lorsque le câble du gouvernement sera interrompu.

Le contrat restera en vigueur pendant trois ans, pendant ce temps, le Gouvernement accepte de ne pas donner de permission pour l'installation de tout autre système de télégraphie sans fil pour des expériences ou autre chose, et il admettra les appareils Marconi à la franchise des douanes.

Une nouvelle poulie de trolley. — Un des inconvénients que l'on reconnaît au système de trolley aérien est le besoin de renouveler fréquemment la poulie du trolley. Pour supprimer cette difficulté, la *British Johns-Manville C°* a récemment lancé sur le marché une poulie qui est fabriquée de cuivre purifié à un haut degré et écroui par un procédé secret spécial. On nous dit que ces roulettes ont été soumises à une épreuve de service de longue durée, et ont fourni un travail exceptionnellement long, représentant un parcours moyen de 24 000 km. Les roulettes s'usent également, ne se creusent pas, et ne

donnent lieu à aucun arc. Elles sont préparées avec le meilleur cuivre qu'on peut trouver, qui est traité chimiquement pour réduire à un minimum toutes les substances étrangères qu'il peut contenir. A l'aide d'un procédé curieux, l'action de l'atmosphère est supprimée, et le cuivre est soumis à l'action du carbone afin d'enlever l'oxygène qu'il peut contenir et de rendre le métal très dur lorsqu'il est coulé de cette manière. Un troisième procédé rend le métal plus solide sans le durcir, de façon à ce que l'usure soit très réduite. Les poulies sont munies de coussinets avec une garniture spécialement étudiée pour résister au frottement.

La lampe au tantale. — Le prix de la lampe au tantale a été réduit par la Compagnie Siemens et Halske, de 5 fr à 3 fr à la suite de l'introduction de méthodes perfectionnées dans la construction et d'une augmentation considérable de la fabrication qui a fait baisser le prix de revient. Pour montrer l'économie réalisée par l'emploi de cette lampe, on dit qu'en se basant sur le prix actuel de 38 centimes par kilowatt-heure à Berlin, une lampe de 25 bougies qui brûle 1000 heures par an consommera moins d'énergie; l'économie réalisée représentera la somme de 13,80 fr, en comparaison avec une lampe à filament de carbone de la même intensité lumineuse. On dit que l'économie de courant dans le cas d'une lampe au tantale de 16 bougies atteint 4,20 fr en 12 mois.

La culture par l'électricité. — Un journal de province dit qu'on est en train de faire des essais très intéressants à Iron Cross, entre Evesham et Alcester, où on emploie l'électricité pour accélérer la croissance des récoltes. L'électricité provient de fils aériens suspendus à 5 m au-dessus du sol, supportés par des poteaux placés à une distance de 90 m. Le courant est produit par une dynamo actionnée par une machine à pétrole de 5 chevaux dans une ferme, et il est transformé à une haute tension et distribué sur les câbles; il en résulte des effluves descendant vers la terre par l'air, qui agissent, parait-il, sur les semences placées au-dessous des fils. M. Newman dit que l'année dernière il a fait quelques essais à Bristol : il a soumis au courant des concombres dans une serre, ainsi que des fraises, des choux, des haricots et des pois, et il a eu des résultats très satisfaisants. M. Newmann pense obtenir dans ses expériences avec les champs de blé un surcroît de production de 25 pour 100. Tous les essais précédents avaient été exécutés avec l'électricité produite par les machines à influence, et c'est bien la première fois qu'une dynamo a été employée pour des expériences de cette sorte.

La stérilisation de l'eau par l'ozone. — MM. Siemens et Halske ont récemment étudié des installations portatives et stationnaires pour les hôpitaux et les établissements particuliers et militaires en vue de la stérilisation de l'eau.

Le principe sur lequel elles fonctionnent est celui de la production de l'ozone au moyen de décharges électriques à haute tension, puis l'ozone est envoyé dans un tube très long (appelé tour) rempli de débris de porcelaine ou de cailloux, sur lesquels on fait circuler l'eau à épurer. On fait passer l'eau, bien entendu par un filtre, pour la débarrasser des impuretés grossières. Le courant employé est du courant alternatif ou du continu ininterrompu.

Deux installations de ce type furent récemment employées par les Russes en Mandchourie. Les diverses parties de l'installation étaient disposées sur deux voitures, dont l'une contenait toutes les machines mobiles, et l'autre l'appareil actuel de stérilisation. Sur le véhicule portant les machines est monté : 1° un moteur à pétrole du type généralement appliqué aux automobiles; 2° un alternateur avec une petite dynamo excitatrice sur le même arbre; 3° une petite pompe centrifuge, actionnée par une courroie passant sur l'arbre de la dynamo, au moyen de laquelle l'eau à stériliser est élevée jusqu'à la tour à travers les filtres à action rapide; 4° un petit ventilateur, qui envoie l'air doucement à travers un dessiccateur à chlorure de calcium, et de là, par les ozonisateurs à la tour, où il entre par le fond; 5° deux boîtes contenant des tuyaux de réserve et des pièces de rechange pour le moteur.

Il y a : 1° deux ozoniseurs et chacun d'eux est muni de huit tubes à ozone montés sur une base commune; 2° au-dessous du wagon se trouve le transformateur qui est relié par un câble à l'alternateur placé lui-même sur l'autre wagon; 3° les filtres pour l'eau sont montés en parallèle ils consistent en cylindres de métal dans lesquels sont placés des sacs à filtration fermés; 4° la tour de fer d'une hauteur de 2 m d'une section de 0,2 m², qui est remplie de gros gravier ou de ponce recouverte de ciment.

Cet appareil produit 30 g d'ozone par heure; il insuffle 35 m³ d'air également par heure. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 2 avril 1906.

Sur la valeur numérique la plus probable du rapport $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ de la charge à la masse de l'électron dans les rayons cathodiques. — Note de M. Ch.-Eug. Guye. — Les expériences qui ont permis de déterminer avec le plus de précision la valeur fondamentale $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ pour les rayons cathodiques reposent sur les deux relations bien connues [1] :

[1] μ masse de l'électron, v sa vitesse, U potentiel de décharge,

$$\frac{1}{2}\mu v^2 = U\varepsilon, \qquad (1)$$

$$\rho = \frac{v}{\mathcal{H}}\frac{\mu}{\varepsilon}; \qquad (2)$$

d'où l'on déduit, abstraction faite de toutes corrections relatives au dispositif expérimental,

$$\frac{\varepsilon}{\mu} = \frac{2U}{\mathcal{H}^2\rho^2}. \qquad (3)$$

Ces expériences ont conduit, comme on sait, à la valeur

$$\frac{\varepsilon}{\mu} = 1{,}865 \,.\, 10^7,$$

donnée par Simon et généralement adoptée.

Ramenée au cas d'un déplacement infiniment lent, cette valeur devient, dans le cas des expériences de Simon,

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1{,}892 \,.\, 10^7. \qquad (I)$$

D'autre part, les expériences effectuées par Kaufmann sur les électrons du radium ont donné, par extrapolation, $\frac{\varepsilon}{\mu_0} = (1{,}775 \pm 0{,}059)10^7$ (Runge) et, si l'on tient compte seulement des meilleurs clichés (n°s 18 et 19),

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1{,}858 \,.\, 10^7. \qquad (II)$$

Le but de cette note est de montrer que la formule (3) peut être corrigée et que cette correction a pour effet d'augmenter la concordance entre les valeurs (I) et (II).

En effet les valeurs de μ qui figurent dans les expressions (1) et (2) ne sont égales que si la vitesse de l'électron est suffisamment petite.

Si donc on désigne par μ' et μ_2 les valeurs de μ dans ces expressions, on aura

$$\frac{\varepsilon}{\mu_2} = \left[\frac{\mu_2}{\mu'}\right]\frac{2U}{\mathcal{H}^2\rho^2}. \qquad (3')$$

Dans le cas particulier des expériences de Simon (potentiels moyens de décharge : 7741 volts, 10 652 volts, 7705 volts) on a en moyenne

$$\frac{\mu_2}{\mu'} = 0{,}9928$$

la correction est d'environ 1 pour 100, tandis que les écarts entre les diverses séries et la moyenne ne sont que de 1 à 4 pour 1000; cette correction est donc légitime.

Elle conduit, tous calculs faits, aux résultats suivants que l'on peut considérer actuellement comme les valeurs les plus probables de $\frac{\varepsilon}{\mu}$ pour les rayons cathodiques

ε charge électrique de l'électron, $\mathcal{H}$ champ magnétique produisant la déviation du faisceau cathodique, ρ rayon de courbure du faisceau dévié.

$$\frac{\varepsilon}{\mu_2} = 1{,}852 \,.\, 10^7 \text{ (expérience de Simon)},$$

$$\frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1{,}878 \,.\, 10^7. \qquad (III)$$

En comparant cette dernière valeur à celle déduite des expériences de M. Kaufmann (formule II) on voit que la correction a pour effet d'augmenter un peu la concordance; elle est donc favorable à l'hypothèse de l'identité des électrons qui constituent les rayons cathodiques et les rayons β du radium.

Remarque. — La masse μ' déduite du potentiel de décharge [équation (1)] doit naturellement être distinguée des masses dites *longitudinale* et *transversale* désignées généralement par μ_1 et μ_2.

De la théorie de M. Max Abraham il ressort aisément que cette masse μ' est reliée à la masse longitudinale μ_1 par l'équation différentielle

$$\mu_1 = \mu' + \frac{1}{2}v\frac{d\mu'}{dv}. \qquad (IV)$$

Si l'on développe les masses μ_1, μ_2, μ' en série, suivant les puissances croissantes de β^2, on a en résumé :

1° *Masse longitudinale*,

$$\mu_1 = \mu_0\left(1 + \frac{6}{5}\beta^2 + \frac{9}{7}\beta^4 + \ldots\right);$$

2° *Masse transversale*,

$$\mu_2 = \mu_0\left(1 + \frac{6}{3\,.\,5}\beta^2 + \frac{9}{5\,.\,7}\beta^4 + \ldots\right);$$

3° *Masse cinétique*,

$$\mu' = \mu_0\left(1 + \frac{3}{5}\beta^2 + \frac{5}{7}\beta^4 + \ldots\right).$$

Nous avons appelé cette dernière valeur *masse cinétique* parce que, multipliée par $\frac{1}{2}v^2$, elle représente l'énergie cinétique de l'électron.

En réduisant ces développements au premier terme en β^2, on voit que l'on a

$$\mu_1 > \mu' > \mu_2 > \mu_0.$$

Enfin, dans le cas d'un déplacement infiniment lent,

$$\mu_1 = \mu' = \mu_2 = \mu_0.$$

Séance du 9 avril 1906.

Sur un moyen de contrôler un système d'horloges synchronisées électriquement. — Note de M. G. Bigourdan. — Considérons un certain nombre d'horloges dispersées et synchronisées électriquement par une pendule directrice, ainsi que cela a lieu, par exemple, à Paris : chaque horloge synchronisée forme ce qu'on appelle un *centre horaire*.

Dans ce système, tous les centres horaires sont placés

sur un circuit électrique et maintenus à l'heure par un courant que lance, à chaque seconde, la pendule directrice; par ce moyen, celle-ci oblige les centres horaires à la suivre exactement, de sorte que, lorsque le fonctionnement est bon, tous ces centres marquent constamment la même seconde que l'horloge directrice quand, une première fois, ils ont été mis d'accord avec elle.

Les causes de dérangement sont les suivantes :

1° Un centre horaire considéré n'obéit pas au courant synchronisateur et cesse de marcher d'accord avec la pendule directrice (1);

2° Le circuit de synchronisation est coupé et, par suite, chaque centre horaire prend une marche indépendante;

3° L'horloge directrice cesse de marcher;

4° L'horloge directrice cesse d'être à l'heure exacte.

Le moyen de contrôle qui va être indiqué est destiné à avertir du mauvais fonctionnement du système dans les trois premiers cas; l'avertissement est donné à côté de chaque centre horaire, de manière à prévenir que l'heure de ce centre ne mérite pas toute confiance.

Pour cela, dans le circuit synchronisateur installons, à côté de chaque centre horaire, un galvanoscope dont l'aiguille aimantée sera déviée à chaque passage du courant, c'est-à-dire à chaque seconde : cette aiguille aimantée reproduit chaque battement de seconde de la pendule directrice, de sorte que, si elle numérotait les secondes, elle pourrait remplacer le cadran du centre horaire correspondant. Or il est facile de lui faire marquer au moins une seconde déterminée de chaque minute.

Pour cela, supprimons une émission du courant synchronisateur à la seconde *zéro* par exemple de la pendule directrice et voyons ce qui se passera dans chacun des quatre cas énumérés ci-dessus.

Si le centre horaire considéré est d'accord avec la pendule directrice, à chaque seconde *zéro* de ce centre horaire l'aiguille aimantée restera immobile, et alors seulement. Mais si ce centre est, par exemple, en avance de 3 secondes sur la pendule directrice, c'est à la troisième seconde de ce centre horaire que l'aiguille aimantée restera immobile, et l'on sera ainsi prévenu de cette avance. De même s'il y avait retard. Il est d'ailleurs évident que l'avance ou le retard ne devra pas dépasser quelques secondes pour que ce moyen de contrôle soit efficace.

Si le courant synchronisateur est coupé, la boussole restera immobile; elle restera immobile encore si l'horloge directrice cesse de marcher : dans ces deux cas on sera prévenu encore que le centre horaire peut n'être pas à l'heure.

La manière de réaliser pratiquement ce système variera avec la disposition employée pour émettre à chaque seconde le courant synchronisateur. Si, comme cela est fréquent, cette émission est produite par une roue de 60 dents montée sur l'axe de secondes de la pendule directrice, il suffira d'abattre une de ces dents et de lui faire correspondre la seconde zéro.

Si l'émission est produite par le balancier, par exemple au moyen de ce qu'on appelle souvent des *contacts Breguet*, on pourra ou les faire soulever mécaniquement par l'horloge, ou couper le courant à chaque minute, ce qui ne saurait présenter de difficulté.

(1) Il n'y a évidemment pas lieu d'examiner le cas où le centre horaire est arrêté.

Ce procédé, qui revient à un transport instantané de la pendule directrice à côté de chaque centre horaire, est donc facile à réaliser; en outre, il serait efficace dans l'immense majorité des cas, puisqu'il est tout à fait rare que la pendule directrice ne soit pas bien maintenue à l'heure exacte.

Sur les variations des bandes d'absorption d'un cristal dans un champ magnétique. — Note de M. JEAN BECQUEREL, présentée par M. Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Sur la production des vides élevés à l'aide de l'air liquide. — Note de MM. GEORGES CLAUDE et RENÉ-J. LÉVY, présentée par M. d'Arsonval. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Séance du 16 *avril* 1906.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 23 *avril* 1906.

M. le PRÉSIDENT, annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. Curie, membre de la section de physique, s'exprime en ces termes :

« Vous savez tous quel épouvantable accident vient de nous enlever un de nos confrères les plus illustres et les plus estimés. Un des plus jeunes aussi, un de ceux sur qui les Français, jaloux de la gloire de leur pays, pouvaient légitimement fonder de longs et vastes espoirs. Hélas! toutes ces espérances, toutes ces vérités futures toutes prêtes à s'éveiller, tant de pensée profonde et féconde, un hasard brutal a anéanti tout cela d'un seul coup.

M. Curie apportait dans l'étude des phénomènes physiques je ne sais quel sens très fin qui, lui faisant deviner des analogies insoupçonnées, lui permettait de s'orienter à travers un dédale de complexes apparences où d'autres se seraient égarés. Ces qualités apparurent dès ses premiers travaux. Il étudia d'abord les phénomènes piézo-électriques dans le quartz, et c'est par là sans doute que son attention fut attirée sur la nature de la symétrie cristalline; il avait sur le développement des formes des cristaux des vues originales et profondes. Il s'occupa avec le même succès du magnétisme et du diamagnétisme et des causes qui peuvent les faire varier.

Ces premières recherches lui avaient valu l'admiration de quelques physiciens compétents, mais, comme il aimait l'ombre, son nom restait ignoré du public. Ce fut une

découverte étonnante qui le fit connaître et du jour au lendemain le rendit célèbre. Le radium, ce corps si rare dont on a eu grand'peine à réunir quelques grammes, mais qui contient sous un si faible poids une quantité invraisemblable d'énergie, semblait démentir tout ce que nous croyions savoir de la matière. Bien des personnes se demandaient, et peut-être se demandent encore, si ce métal nouveau n'était pas une source de mouvement perpétuel, ou le premier exemple de cette transmutation des éléments rêvée par les alchimistes.

Ces résultats qui éblouissaient le public doivent paraître plus précieux encore à ceux qui savent de quelle longue patience et de quelle admirable sagacité ils ont été achetés. De hautes récompenses, bien méritées, redoublèrent cette popularité. Cet homme si modeste fut à la mode malgré lui. La renommée, qui d'ordinaire ne va guère au-devant de ceux qui ne la cherchent pas, alla le trouver dans l'obscurité où il la fuyait. Cette notoriété bruyante n'aurait été à ses yeux qu'un accident importun, ennemi de son travail et de son repos, s'il n'avait senti que toute cette gloire rejaillissait sur la France.

Vous savez quel était l'agrément et la sûreté de son commerce; vous savez quel charme délicat s'exhalait pour ainsi dire de sa douce modestie, de sa naïve droiture, de la finesse de son esprit. On n'aurait pas cru que cette douceur cachait une âme intransigeante. Il ne transigeait pas avec les principes généreux dans lesquels il avait été élevé, avec l'idéal moral qu'il avait conçu, cet idéal de sincérité absolue, trop haut peut-être pour le monde où nous vivons.

Dans le deuil où nous sommes tous plongés, notre pensée va à cette femme admirable qui ne fut pas seulement pour lui une compagne dévouée, mais une précieuse collaboratrice. Cette collaboration, où les qualités naturelles de l'homme et de la femme se trouvèrent si heureusement associées, fut sans doute un échange d'idées, mais elle fut aussi un échange d'énergie, sûr remède contre ces découragements passagers auxquels tout chercheur est exposé. C'est pourquoi notre reconnaissance doit aller à Mme Curie en même temps que notre sympathie.

Ce n'est pas notre usage de lever la séance pour le décès d'un confrère après que les obsèques ont eu lieu. Mais nous sommes dans des circonstances particulières. Les conditions de stricte intimité dans lesquelles, d'après les volontés de la famille, les funérailles se sont passées n'ont pas permis à l'Académie de rendre un témoignage officiel et public à la mémoire de notre confrère. C'est ce que je vous propose de faire aujourd'hui en levant la séance en signe de deuil.

M. Blaserna, président de l'*Accademia dei Lincei*, adresse la dépêche suivante :

Veuillez agréer expression de notre profonde douleur pour mort de M. Curie savant si distingué et si modeste. Veuillez aussi exprimer ces sentiments à Mme Curie, illustre compagne du regretté décédé.

La séance est levée en signe de deuil.

Emploi de l'électro-diapason comme générateur de courants alternatifs. — Note de M. Devaux-Charbonnel, présentée par M. H. Becquerel. — Quand on cherche à utiliser les courants engendrés dans l'électro-aimant d'un diapason électrique, on constate des phénomènes assez curieux.

Tout d'abord, si l'on approche un conducteur parcouru par ces courants d'un circuit formé de résistances non inductives et d'un galvanomètre thermique Duddell très sensible, on y développe des courants de plusieurs micro-ampères. Ce phénomène ne paraît pas dû à l'induction électromagnétique. Il persiste si l'on a soin de n'exposer à leur action mutuelle que des conducteurs formés de deux fils enroulés en hélice de très faible pas. Il se produit encore, si l'on place ces conducteurs dans un tube de cuivre. Il disparaît si dans leur partie agissante, les fils reliés au diapason sont maintenus à un potentiel nul par un moyen quelconque, par exemple, en touchant à la main un point dénudé. Il semble donc que c'est la capacité électrostatique seule qui intervient.

Si ensuite on prend un galvanomètre sensible seulement au milliampère, on peut introduire l'électro-diapason dans le circuit, le galvanomètre ne dévie que si sa clef est abaissée; mais en faisant varier les résistances, on constate que le courant dépend moins de leur valeur ohmique que de leur nombre. Ainsi 10 résistances de 1000 ohms donnent une déviation 4 à 5 fois plus grande qu'une seule de 10 000. Cinq résistances de 1000 ohms donnent une déviation plus faible que 10 de même valeur. Mêmes singularités avec des résistances de 100 ohms. Il est bien probable que là encore la capacité électrostatique joue le rôle principal.

D'ailleurs, ces phénomènes sont bien dus à la nature spéciale des courants engendrés par l'électro-diapason, car ils ne se manifestent pas quand on fait agir sur les mêmes circuits des générateurs de puissance et de fréquence analogues, comme les ronfleurs, où le courant alternatif est produit par la variation de résistance d'un contact microphonique de charbon.

En ayant recours à l'oscillographe, on constate que le courant de l'électro-diapason, même après passage dans un transformateur, est loin d'être sinusoïdal. Il présente un sommet très aigu et une, deux ou trois encoches suivant la résistance intercalée; de plus, l'amplitude par rapport à la ligne neutre est environ trois fois plus grande dans la partie positive que dans la partie négative. Ceci n'est pas surprenant, si l'on considère que, par son fonctionnement même, le diapason rompt le courant à chaque vibration. Ces ruptures brusques sont le phénomène qui domine dans la production des courants d'utilisation qui doivent, en conséquence, être dissymétriques, avoir un haut voltage et renfermer des harmoniques supérieures. Ces particularités suffisent à expliquer la grandeur des effets d'induction électrostatique.

Ces propriétés des électro-diapasons rendent leur emploi délicat et difficile, comme générateurs. Quand on les utilise sur les lignes télégraphiques pour la télégra-

phie multiplex, ils développent des courants d'induction très appréciables dans les conducteurs voisins, ce qui ne paraît pas avoir lieu avec d'autres appareils, comme les ronfleurs, qui produisent un courant à peu près sinusoïdal.

BIBLIOGRAPHIE

Cours de Physique de l'École polytechnique, de Jamin. Troisième supplément par M. Bouty. — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris, 1906. — Format : 25×14 cm; 420 pages. — Prix : 8 fr.

Les deux premiers suppléments, dus à M. Bouty, de ce cours, toujours jeune grâce à lui quoique ancien, portaient sur la Chaleur, l'Acoustique et l'Optique, d'une part, et sur les Oscillations hertziennes, les Rayons cathodiques et les Rayons X, d'autre part. C'est encore le même ordre de phénomènes, les Radiations, l'Électricité et l'Ionisation qui, à six ans de distance, fournit à M. Bouty la matière de ce troisième supplément. En effet, comme il le dit lui-même, « dans l'intervalle, l'étude plus approfondie des rayons cathodiques, des phénomènes de la radioactivité et, en général, de tout ce qui touche au passage de l'électricité à travers les gaz a donné naissance à une nouvelle conception de la conductibilité électrique et de la constitution intime de ce que l'on appelait autrefois *les fluides électriques*. L'atome des chimistes a cessé d'être considéré comme insécable. Sa dissociation en deux éléments de grosseur très inégale donne naissance à deux électrons, l'un positif, l'autre négatif, dont les propriétés permettent d'interpréter les différences d'action, depuis longtemps connues, des électricités (?) des deux signes. La foi des savants à l'égard de la non-transmutabilité de la matière est ébranlée; la notion même de la masse matérielle tend à être absorbée par celle de l'inertie électromagnétique. Une transformation si profonde des idées qui dirigent actuellement les physiciens dans une voie féconde en découvertes doit provoquer une transformation parallèle dans nos méthodes d'enseignement. Il est désormais impossible de se désintéresser de théories qui ont déjà relié et éclairé tant de faits épars demeurés jusqu'ici en dehors du cadre de l'enseignement élémentaire. » Ce sont ces considérations, jointes à la remarquable série de Rapports provoqués par le Congrès de Physique de 1900, qui ont mis au point, pour l'enseignement, un grand nombre de matières controversées ou imparfaitement connues jusque-là, ce sont, disons-nous, ces considérations qui ont déterminé la publication de ce nouveau supplément, et nous avons tenu à citer le texte même de l'introduction de l'auteur dont les termes mesurés et choisis sont pour nous un chef-d'œuvre de prudence et de circonspection dignes d'un vrai savant en présence d'une évolution du genre de celle à laquelle nous assistons. E. Boistel.

Le Tunnel et le Chemin de fer électrique de la Jungfrau, par de Fooz. — *Dunod et Pinat*, Paris, 1906. — Format : 25×16 cm; 64 pages.

Ingénieurs et touristes (et ils sont nombreux) s'intéressant également, bien qu'à des points de vue différents, au magnifique travail qui, si dépoétisant qu'il soit, s'exécute actuellement à la Jungfrau, l'auteur a été bien inspiré en publiant cette « Étude scientifique et technique », pittoresque même, il aurait pu l'ajouter, en raison des nombreuses vues photographiques qui l'émaillent. Après les préliminaires, Historique et Description du tracé de ce chemin de fer quasi-fantastique, il y expose successivement les conditions sanitaires et esthétiques du projet, la constitution géologique du massif de la Jungfrau, la thermique du sol dans le tunnel et les travaux de triangulation effectués pour le tracé de son axe; c'est la partie scientifique du travail. La partie technique comprend l'infrastructure, perforation, ventilation, évacuation des déblais, construction, éclairage, et la superstructure, usine hydraulico-électrique, transport et distribution de l'énergie électrique, voie, matériel roulant, stations, pour finir par une supputation sommaire des résultats financiers de l'entreprise. — Et d'une,... en attendant le Mont Blanc. E. Boistel.

Derniers progrès du Telphérage électrique, par Émile Guarini. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. Format : 24×16 cm; 27 pages. Prix : 2 fr.

L'inépuisable M. Guarini continue la publication de sa série de petites monographies qu'il nous envoie périodiquement et successivement de Belgique ou du Pérou, en guise de carte de visite, la reproduction de celle-ci figurant d'ailleurs, pour plus de sûreté, en tête de cette brochure. Elle nous rappelle d'ailleurs de bien vieux souvenirs datant des premiers essais faits en France par M. Lartigue avant d'aboutir à Barmen. Mais elle est ici tout à fait de circonstance, étant donné le pays où l'a écrite l'auteur, le Pérou, où les moyens économiques et même possibles de transport font absolument défaut et empêchent même l'utilisation des richesses locales, forcé de faire venir de l'étranger et par mer les produits naturels qu'il trouverait à sa porte et pourrait, au contraire, exporter s'il ne fallait tout d'abord les porter. A défaut de chemins de fer, d'un établissement toujours coûteux et dont l'exploitation, même par puissance hydraulique très abondante là-bas, serait, faute d'alimentation suffisante, fort onéreuse, au moins au début; à défaut même de routes permettant les transports non seulement par bêtes de somme mais encore par trolley sans rails, le montage économique du telphérage trouvant au besoin ses points d'appui sur les arbres de ces régions riches en forêts est tout indiqué pour les transports de produits agricoles et miniers qui constituent la véritable richesse

du pays. — Puisse cette idée faire son chemin et ouvrir en même temps à l'activité de l'auteur un débouché qu'elle ne semble pas avoir encore trouvé ailleurs!

E. BOISTEL.

Die Akkumulatoren und Galvanischen Elemente (LES ACCUMULATEURS ET LES PILES), par LUCAS. — *Max Jänecke*, éditeur, Hanovre, 1905. — Format : 22 × 15 cm; 420 pages. — Prix : 4,50 fr.

Sixième volume des Répétitions d'électrotechnique publiées sous la direction de M. Königswerther qui doivent en comprendre douze, ce petit ouvrage nous rappelle beaucoup, comme format, importance et conception, nos Aide-Mémoire, dont le titre est d'ailleurs équivalent. La collection allemande est cependant d'une justification plus serrée et plus nourrie que sa rivale française. A cela près la teneur et les divisions du livre sont classiques; il se divise en quatre parties : Construction des accumulateurs; — Emploi desdits; — Théories électrochimiques générales; — Théorie de l'accumulateur au plomb. Entre autres renseignements intéressants, il contient de nombreux schémas de montages appliqués à l'éclairage. Par contre, les piles primaires n'y occupent que la place tout à fait restreinte qui leur est attribuable dans la grande industrie électrique. E. BOISTEL.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. JOSSE, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

359 096. — **The Gell Telegraphic Appliances Syndicate Limited.** — *Transmetteur pour télégraphes automatiques* (3 novembre 1905).

358 888. — **Bacon.** — *Perfectionnements apportés aux moteurs électriques* (26 octobre 1905).

358 928. — **Spino et Pedroza.** — *Pile électrique impolarisable et à courant constant* (27 octobre 1905).

358 872. — **Homburger.** — *Asservissement électrique* (25 octobre 1905).

358 905. — **Varley.** — *Instrument de mesure électrique* (27 octobre 1905).

358 934. — **Fauvin, Amiot et Cheneaux.** — *Compas de connexion et sa combinaison avec les appareils de mesures électriques* (27 octobre 1905).

359 006. — **Grivolas fils.** — *Cartouche porte-fusible pour circuits électriques* (31 octobre 1905).

358 927. — **Mac Intyre.** — *Appareil électro-magnétique* (27 octobre 1905).

359 042. — **Viel.** — *Procédé et appareil pour l'obtention par réduction de leurs oxydes ou de leurs composés, de tous métaux et alliages* (31 octobre 1905).

359 079. — **Fabrik Elektrischer Zunder G. M. B. H.** — *Dispositif de contact à action centrifuge pour faire détoner les amorces électriques* (3 novembre 1905).

359 115. — **Petersson.** — *Procédé et appareil pour faire jaillir intérieurement des arcs lumineux électriques, spécialement en vue du traitement des gaz et mélanges gazeux au moyen d'arcs lumineux électriques mobiles* (3 novembre 1905).

359 267. — **Stick and C°.** — *Dispositif pour bureaux téléphoniques avec division du service des fiches et appel des postes* (9 novembre 1905).

359 197. — **Kraft.** — *Dynamo* (7 novembre 1905).

359 204. — **Knight.** — *Accumulateur* (7 novembre 1905).

359 251. — **Neveux.** — *Genre d'induits pour appareils électriques* (14 janvier 1905).

359 270. — **Vedovelli, Priestley.** — *Appareil pour le démarrage automatique des moteurs électriques agissant sur des pompes* (9 novemére 1905).

359 505. — **Stock et Cie.** — *Disposition pour bureaux téléphoniques avec division du service des fiches et signalement des employés occupés du poste des mises en communication* (16 novembre 1905).

359 517. — **Société Charron et Bellanger et M. Merckel.** — *Transmetteur téléphonique* (17 novembre 1905).

359 519. — **Société du Transmetteur international dit « Haut Parleur ».** — *Commutateur automatique avec clé d'appel, applicable particulièrement aux appareils téléphoniques* (17 novembre 1905).

359 382. — **Roselle.** — *Procédé et appareil pour la fabrication de plaques d'accumulateurs à noyau et à support coulés* (20 janvier 1905).

359 350. — **Mac Intyre.** — *Bobine Ruhmkorff* (31 octobre 1905).

359 485. — **Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Suspension élastique pour compteurs de tramways* (16 novembre 1905).

359 486. — **Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz.** — *Compteur d'électricité n'enregistrant que la quantité d'énergie excédant une quantité fixe* (16 novembre 1905).

359 491. — **Kallmann.** — *Résistance automatique de charge pour mesures électriques* (16 novembre 1905).

359 498. — **Société d'électricité Nilmélior.** — *Dispositif permettant d'effectuer le refroidissement de la masse des bobines d'induction* (16 novembre 1905).

359 440. — **Bacon.** — *Perfectionnements apportés aux appareils de réglages électriques* (14 novembre 1905).

359 502. — **Hess.** — *Lampe à arc avec manchon incandescent* (16 novembre 1905).

359 376. — **Central Catalana de Electricitad.** — *Lampe à arc en vase clos* (11 novembre 1905).

359 430. — **Lucas.** — *Lampe à vapeur de mercure* (14 novembre 1905).

359 436. — **Heræus.** — *Perfectionnements apportés aux lampes électriques à vapeur de mercure* (14 novembre 1905).

359 512. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux lampes à arc électriques* (17 novembre 1905).

359 535. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Système d'alternateur auto-excitateur* (3 août 1905).

359 732. — **Humbert.** — *Dispositifs constructifs d'électrodes positives et négatives d'accumulateurs à électrolyte alcalin* (23 novembre 1905).

359 635. — **Chevin.** — *Nouvelles dynamos à vitesse variable* (28 janvier 1905).

359 568. — **Ferrié.** — *Procédé d'utilisation des courants vibrés* (17 novembre 1905).

359 590. — **Warming.** — *Régulateur de tension pour courants électriques* (18 novembre 1905).

359 619. — **Bourgeois frères.** — *Perfectionnements aux appareils électriques, tels que voltmètres, ampèremètres et volt-ampères combinés* (20 novembre 1904).

359 789. — **Krieger.** — *Dispositif de connection au collecteur des induits de dynamos ou moteurs électriques* (24 novembre 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société des forces motrices de la Haute-Durance. — Statuts. — TITRE PREMIER. — Dénomination. Objet. Siège. Durée. — *Article premier.* — Il est formé, entre les propriétaires des actions ci-après créées, une Société anonyme, conformément aux lois qui régissent les Sociétés de cette nature.

Art. 2. — La Société prend la dénomination de : Société des Forces motrices de la Haute-Durance.

Art. 3. — La Société a pour objet : l'établissement et l'aménagement d'une chute d'eau, au moyen de la dérivation des eaux de la Durance, sur les territoires des communes de La Saulce, Lardier, Vitrolles, Monétier et Ventavon, arrondissement de Gap (Hautes-Alpes); la construction, l'installation et l'exploitation d'une usine destinée à utiliser la force motrice produite par la chute d'eau, ainsi créée; la location, la vente et la distribution à distance de cette force motrice; toutes opérations se rattachant aux industries hydrauliques et électriques; et, généralement, toutes opérations industrielles, commerciales, financières et immobilières, pouvant être nécessaires ou utiles à la réalisation des affaires de la Société.

Art. 4. — Le siège de la Société est à Paris, rue Pillet-Will, n° 8 (9e arrondissement). Il peut être transféré en tout autre endroit, à Paris, par simple décision du Conseil d'administration, et en toute autre ville, en vertu d'une délibération de l'Assemblée générale.

Art. 5. — La durée de la Société est fixée à soixante années, à compter du jour de sa constitution définitive.

TITRE II. — Apports. — *Art.* 6. — M. Chabrand, fondateur, apporte à la Société : 1° les études, travaux et accords de toute nature, faits en vue de la constitution, de l'organisation et du fonctionnement de la Société; 2° la concession faite à l'apporteur d'un droit de prise d'eau dans la Durance, suivant décret du 29 décembre 1904, telle qu'elle résulte de ce décret; 3° le bénéfice des promesses de vente que le fondateur a pu obtenir, pour tous les terrains nécessaires à la construction de la prise d'eau du canal, y compris les emplacements des cavaliers des terres en excès, de la chambre de mise en charge et de l'usine; 4° le bénéfice de tous accords qu'il a pu passer avec la Société de l'Énergie du littoral méditerranéen, en vue de la vente d'énergie; 5° le bénéfice de toutes autorisations administratives, ou autres, qu'il a pu obtenir à ce jour, ou qu'il est en voie d'obtenir et relatives à la création de la force et à son transport vers Marseille. La Société aura la propriété et la jouissance des biens et droits apportés, et elle sera subrogée et substituée dans tous les droits et obligations qui y sont attachés, à compter du jour de sa constitution définitive. En représentation et pour prix de cet apport, il est attribué à l'apporteur : 1° 4000 actions de 250 fr, libérées, de la présente Société; 2° 1750 parts de fondateur, faisant partie des 4500 parts de fondateur, créées sous l'article 8. Ces actions et parts ne pourront être exigées avant la transmission régulière et sans charges des biens et droits apportés. Sous cette condition, les parts seront remises au fondateur dans le mois de la demande faite à la Société, et les actions à l'expiration du délai de deux années après la constitution de la Société; jusque-là, elles resteront soumises aux prescriptions de la loi du 1er août 1893.

TITRE III. — Fonds social. Actions. Parts de fondateur. — *Art.* 7. — Le fonds social est fixé à la somme de 5 500 000 fr; il est représenté par 22 000 actions de 250 fr chacune. Sur ces actions, 4000 ont été attribuées en représentation des apports, et les 18 000 autres sont à souscrire et à payer en numéraire. Chaque action donne droit à une part égale dans les bénéfices de la Société et dans l'actif social. Le capital social peut être augmenté suivant les prévisions de l'article 39, et dans toute augmentation par la création d'actions à souscrire en espèces les propriétaires des actions composant alors le capital social auront, à la souscription des nouvelles actions, un droit de préférence proportionnel au nombre de leurs actions, dans la limite fixée par l'Assemblée générale, et dans les formes déterminées par le Conseil d'administration pour chaque augmentation.

Art. 8. — Il est en outre créé, sous la dénomination de *parts de fondateur*, 4500 titres, donnant droit chacun à 1/4500e de 25 pour 100 des bénéfices sociaux suivant la répartition de l'article 38. 1750 de ces parts ont été attribuées au fondateur et font partie du prix de son apport. Cette attribution constitue un avantage particulier sujet à vérification. Les 2750 autres parts seront réparties entre l'attributaire et les souscripteurs des 22 000 actions représentant le capital social, proportionnellement au nombre de leurs actions, c'est-à-dire à raison de 1/22 000e par action, ou une part pour 8 actions. Cette attribution, étant égale pour chaque action, ne constitue pas un avantage sujet à vérifiaction. Les titres des parts de fondateur seront au porteur; leur forme sera déterminée par le Conseil d'administration. Les parts de fondateur ne donnent au porteur aucun droit de propriété dans l'actif social, ni aucun droit d'immixtion dans les affaires de la Société. Les porteurs de parts sont tenus de se conformer aux statuts de la Société et aux décisions de l'Assemblée générale. Les parts de fondateur peuvent toujours être rachetées, en totalité ou en partie, en vertu de la décision de l'Assemblée générale; mais le rachat n'est obligatoire pour les porteurs de parts qu'après l'expiration de la sixième année du jour de la constitution de la Société, ou avant ce délai, en cas d'augmentation du capital social. Le prix du rachat, s'il est obligatoire, sera fixé pour chaque part à 15 fois son produit moyen annuel calculé sur tous les dividendes annuels répartis, non compris le moins élevé; il sera au moins de 200 fr par titre; il donnera droit à la Société, dans tous les cas, à la jouissance courante des parts rachetées. La délibération de l'Assemblée décidant le rachat obligatoire, la fixation du prix et la date du paiement, sera publiée dans le mois de sa date dans un journal d'annonces légales, de la ville du Siège social. A partir de la décision de rachat, les porteurs de parts n'auront plus droit qu'aux prix de rachat. Les bénéfices afférents aux parts rachetées accroîtront aux actions, et après le rachat total, les statuts seront modifiés dans ce sens.

Art. 9. — Le montant des actions à souscrire est payable à Paris, savoir : 62,50 fr lors de la souscription; et les 187,50 fr de surplus, en vertu de délibérations du Conseil

d'administration de la Société, qui fixent le montant et l'exigibilité des versements appelés. Les appels de versements ont lieu au moyen d'avis insérés dans un journal d'annonces légales, à Paris, à Gap et à Marseille, quinze jours à l'avance.

Art. 10. — Tout versement en retard porte intérêt de plein droit en faveur de la Société, à raison de 6 pour 100 par an, à compter du jour de l'exigibilité et sans aucune mise en demeure. A défaut de paiement des versements exigibles, la Société poursuit les débiteurs et peut faire vendre les actions en retard. A cet effet, les numéros en sont publiés dans un journal d'annonces légales, à Paris, à Gap et à Marseille, et, quinze jours après la publication, il est procédé à la vente des actions, aux risques et périls des retardataires, soit à la Bourse par le ministère d'un agent de change, soit aux enchères publiques, par le ministère d'un notaire, sans mise en demeure et sans autre formalité. Les titres vendus deviennent nuls et il en est délivré de nouveaux aux acquéreurs sous les mêmes numéros. Le prix de vente est imputé, dans les termes de droit, sur ce qui reste dû à la Société par l'actionnaire exproprié, lequel reste passible de la différence en moins ou profite de l'excédent. Tout titre qui ne porte pas mention régulière des versements exigibles ne peut être négocié ni transféré, et ses droits sont suspendus jusqu'à parfaite régularisation,

Art. 11. — Les actions sont nominatives jusqu'à leur entière libération; après leur libération, elles sont nominatives ou au porteur, au choix de l'actionnaire. Les titres provisoires et définitifs des actions sont extraits de registres à souche, numérotés, frappés du timbre de la Société et revêtus de la signature de deux administrateurs, ou d'un administrateur et d'un délégué du Conseil d'administration.

Art. 12. — La cession des actions au porteur s'opère par la tradition du titre. Celle des titres nominatifs a lieu par une déclaration de transfert inscrite sur les registres de la Société. Les signatures du cédant et du cessionnaire peuvent être reçues sur le registre de transfert ou sur des feuilles de transfert ou d'acceptation. Tous les frais résultant du transfert sont à la charge de l'acquéreur. La Société peut exiger que la signature des parties soit certifiée par un agent de change ou un officier public.

Art. 13. — Les actions sont indivisibles et la Société ne reconnait qu'un seul propriétaire pour chaque action; tous les copropriétaires indivis d'une action ou tous les ayants droit, à n'importe quel titre, même usufruitiers et nus propriétaires, sont tenus de se faire représenter auprès de la Société, par une seule et même personne, au nom de laquelle l'action doit être inscrite, si le titre est nominatif.

Art. 14. — Les droits et obligations attachés à l'action suivent le titre, dans quelque main qu'il passe. La propriété d'une action emporte, de plein droit, adhésion aux statuts de la Société et aux délibérations de l'Assemblée générale.

TITRE IV. — Administration de la Société. — *Art.* 15. — La Société est administrée par un Conseil composé de 6 membres au moins et de 12 au plus, pris parmi les associés et nommés par l'Assemblée générale.

Art. 16. — Les administrateurs doivent être propriétaires, pendant toute la durée de leur mandat, de chacun 100 actions au moins, affectées à la garantie de tous les actes de la gestion. Les titres sont nominatifs, inaliénables, frappés d'un timbre indiquant l'inaliénabilité, et déposés dans la caisse sociale.

Art. 17. — Les administrateurs sont nommés pour six ans, sauf l'effet du renouvellement. Le premier Conseil est nommé pour six années sociales, par l'Assemblée générale constitutive. A l'expiration de ce mandat, le Conseil est renouvelé en entier; ensuite le Conseil se renouvelle chaque année ou tous les deux ans, s'il y a lieu, sur un nombre suffisant de membres pour que la durée des fonctions de chaque administrateur ne soit pas de plus de six années. Les membres sortants sont désignés par le sort, pour les applications des cinq premières années, et ensuite par ordre d'ancienneté. Ils peuvent toujours être réélus. Le Conseil peut, provisoirement, se compléter jusqu'au nombre maximum ci-dessus fixé, et, en cas de vacance par décès, démission ou autre cause, pourvoir au remplacement de tout administrateur, pour la durée restant à courir de son mandat, le tout sauf confirmation par la plus prochaine Assemblée générale.

Art. 18. — Chaque année, après l'Assemblée générale annuelle, le Conseil nomme, parmi ses membres, un président et un vice-président. En cas d'absence du président et du vice-président, le Conseil désigne celui de ses membres qui doit remplir les fonctions de président.

Art. 19. — Le Conseil d'administration se réunit aussi souvent que l'intérêt de la Société l'exige, au siège social, ou en tout autre endroit désigné par la convocation. La présence de la moitié au moins des administrateurs en fonctions est nécessaire pour la validité d'une délibération; et toute délibération doit indiquer les noms des administrateurs en fonctions, présents ou absents. Les délibérations sont prises à la majorité des voix des membres présents; en cas de partage, la voix du président est prépondérante. Tout administrateur peut se faire représenter par un collègue, sans qu'un administrateur puisse avoir plus de deux voix, la sienne comprise.

Art. 20. — Les délibérations du Conseil d'administration sont constatées par des procès-verbaux qui sont portés sur un registre spécial, tenu au siège de la Société et signés par l'administrateur qui aura présidé la séance et un des administrateurs qui y ont pris part. Les copies ou extraits à produire en justice ou ailleurs sont certifiés par le président du Conseil d'administration ou un administrateur.

Art. 21. — Le Conseil a les pouvoirs les plus étendus, sans limitation et sans réserve, pour agir au nom de la Société et faire toutes les opérations relatives à son objet : Il représente la Société vis-à-vis des tiers, de toutes autorités et de toutes administrations. Il touche toutes sommes dues à la Société et donne toutes quittances et décharges. Il autorise tous désistements et mainlevées, avec ou sans payement; il consent toutes antériorités. Il autorise toutes instances judiciaires, soit en demandant, soit en défendant, et représente la Société en justice. Il traite, transige, compromet sur tous les intérêts de la Société. Il consent tous traités, marchés, soumissions et entreprises, à forfait ou autrement; il statue sur les études, plans et devis proposés pour l'exécution de tous travaux. Il consent et accepte tous baux, avec ou sans promesse de vente. Il achète, vend et échange tous biens et droits mobiliers, et tous immeubles et droits immobiliers. Il consent tous transferts, conversions de toutes valeurs mobilières quelconques. Il fait tous emprunts, soit par voie d'ouverture de crédit, soit par voie d'émission d'obligations, soit autrement. Il consent toutes hypothèques et antichrèses, tous nantissements et délégations et autres garanties mobilières et immobilières. Il signe, accepte, négocie, endosse et acquitte tous billets, traites, lettres de change, chèques et effets de commerce; il cautionne et avalise. Il détermine le placement des fonds disponibles et règle l'emploi des réserves de toute nature. Il fixe les dépenses générales d'administration. Il nomme et révoque tous mandataires, employés et agents, détermine leurs attributions, leurs traitements, salaires et gratifications, soit d'une manière fixe, soit autrement. Il arrête les comptes qui doivent être soumis à l'Assemblée générale, et fait un rapport sur ces comptes et sur la situation des affaires sociales; il propose la fixation des dividendes à répartir; enfin, il statue sur tous les intérêts qui rentrent dans l'administration de la Société. Les pouvoirs qui viennent

d'être conférés au Conseil d'administration sont énonciatifs et non limitatifs de ses droits.

Art. 22. — Le Conseil peut déléguer tout ou partie de ses pouvoirs, pour l'expédition des affaires, à un ou plusieurs administrateurs, à un ou plusieurs directeurs, pris même en dehors de son sein. Le Conseil détermine et règle les attributions de ou des administrateurs délégués ou directeurs, et fixe tous cautionnements. Il détermine le traitement fixe ou proportionnel à allouer aux administrateurs délégués, ou aux directeurs, ainsi que tous frais et indemnités de déplacement. Le Conseil peut aussi conférer des pouvoirs à telle personne que bon lui semble, par un mandat spécial et pour un objet déterminé, avec ou sans faculté de substituer.

Art. 23. — Les administrateurs reçoivent des jetons de présence dont l'importance est fixée par l'assemblée générale, et, en outre, l'attribution proportionnelle qui leur est faite par l'article 38. Le Conseil répartit ces allocations entre ses membres, comme il le juge convenable.

TITRE V. — COMMISSAIRES. — *Art.* 24. — Il est nommé, chaque année, en Assemblée générale, un ou plusieurs commissaires, associés ou non, chargés de remplir les fonctions déterminées par la loi du 24 juillet 1867 ; s'il y a plusieurs commissaires, ils peuvent agir conjointement ou séparément. Le ou les commissaires reçoivent une rémunération dont le chiffre est fixé par l'Assemblée générale.

TITRE VI. — ASSEMBLÉE GÉNÉRALE. — *Art.* 25. — L'Assemblée générale, régulièrement constituée, représente l'universalité des actionnaires. Les délibérations prises conformément aux statuts obligent tous les actionnaires, même les absents, incapables ou dissidents.

Art. 26. — L'Assemblée générale se compose de tous les actionnaires possédant 10 actions ou un nombre supérieur. Tous propriétaires de moins de 10 actions peuvent se réunir pour former ce nombre d'actions et se faire représenter par l'un d'eux. Sauf ce dernier cas, nul ne peut se faire représenter à l'Assemblée générale que par un mandataire, membre lui-même de l'Assemblée ; la forme des pouvoirs est déterminée par le Conseil d'administration.

Art. 27. — Chaque année, il est tenu une Assemblée générale dans les six mois qui suivent la clôture de l'exercice. L'Assemblée peut, en outre, être convoquée extraordinairement, lorsqu'il y a lieu. La réunion a lieu au siège social ou dans tout autre local qui est déterminé par le Conseil d'administration.

Art. 28. — L'Assemblée générale annuelle et toutes assemblées autres que celles appelées à délibérer sur les cas de constitution, modifications aux statuts et dissolution (art. 39, 40 et 43), doivent être composées d'actionnaires représentant le quart au moins du capital social. Si une assemblée générale ne réalise pas cette condition, une nouvelle assemblée est convoquée, à quinze jours d'intervalle au moins de la première, et elle délibère valablement, quelle que soit la portion du capital représenté, mais seulement sur les objets à l'ordre du jour de la première réunion. Les assemblées qui ont à délibérer sur la constitution de la Société, sur des modifications aux statuts, sur la vérification d'apports en espèces ou en nature, et sur la dissolution, doivent être composées d'actionnaires représentant la moitié au moins du capital social.

Art. 29. — Les convocations sont faites par avis insérés dans un journal d'annonces légales, à Paris, à Gap et à Marseille; vingt jours avant la réunion, pour les assemblées annuelles: et dix jours à l'avance pour toutes autres assemblées. Ces délais sont réduits à cinq jours pour le cas de deuxième assemblée prévu en l'article précédent. Par exception, les convocations sont faites cinq jours à l'avance, pour les assemblées délibérant sur la vérification d'apports en espèces ou en nature, augmentant le capital. Pour les assemblées extraordinaires, les avis doivent indiquer l'objet de la réunion.

Art. 30. — Les propriétaires d'actions au porteur doivent, pour avoir le droit d'assister à l'Assemblée générale, déposer leurs titres dans les caisses désignées par le Conseil d'administration, cinq jours au moins avant l'époque fixée pour la réunion; en cas de deuxième assemblée, ce délai peut être réduit par le Conseil d'administration. Il est remis à chaque déposant d'actions au porteur une carte d'admission pour l'Assemblée générale; cette carte est nominative et personnelle. Les certificats de dix actions nominatives au moins donnent droit à la remise de cartes d'admission à l'Assemblée générale, pourvu que le transfert ait lieu plus de quinze jours avant l'époque fixée pour l'Assemblée générale.

Art. 31. — L'ordre du jour est arrêté par le Conseil d'administration. Il n'y est porté que des propositions émanant du Conseil ou qui ont été communiquées au Conseil, un mois au moins avant la réunion, avec la signature des membres de l'Assemblée représentant au moins un cinquième du capital social. Il ne peut être mis en délibération que les objets portés à l'ordre du jour.

Art. 32. — L'Assemblée générale est présidée par le président du Conseil d'administration et, en cas d'absence, par un administrateur désigné par le Conseil. Les deux plus forts actionnaires présents et acceptants sont appelés à remplir les fonctions de scrutateurs. Le bureau désigne le secrétaire.

Art. 33. — Les délibérations sont prises à la majorité des voix des membres présents, à l'exception des décisions d'augmentation du capital social, qui doivent être votées à la majorité des deux tiers des voix des membres présents. Chacun d'eux a autant de voix qu'il possède ou représente de fois dix actions. Le scrutin secret a lieu lorsqu'il est réclamé par des membres représentant le dixième au moins du capital social.

Art. 34. — L'Assemblée générale annuelle entend le rapport du ou des commissaires, sur la situation de la Société, sur le bilan et sur les comptes présentés par les administrateurs. Elle discute et, s'il y a lieu, approuve les comptes. Elle fixe les dividendes à répartir, sur la proposition du Conseil d'administration. Elle nomme les administrateurs, et le ou les commissaires. Et, en outre, l'Assemblée générale, en réunion annuelle ou extraordinaire, délibère et statue souverainement sur tous les intérêts de la Société, et confère au Conseil d'administration tous les pouvoirs supplémentaires qui seraient reconnus utiles.

Art. 35. — Les délibérations de l'Assemblée générale sont constatées par des procès-verbaux inscrits sur un registre spécial et signés des membres du bureau. Les copies ou extraits, à produire en justice ou ailleurs, des délibérations de l'Assemblée générale, sont signés par le président du Conseil d'administration ou par un administrateur. Après la dissolution de la Société et pendant la liquidation, les copies ou extraits sont certifiés par deux liquidateurs ou, le cas échéant, par le liquidateur unique.

TITRE VII. — ÉTATS DE SITUATION. — INVENTAIRES. — *Art.* 36. — L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre. Par exception, le premier exercice comprendra le temps écoulé entre la constitution définitive de la Société et le 31 décembre 1906.

Art. 37. — Le Conseil d'administration dresse, chaque semestre, un état sommaire de la situation active et passive de la Société. Cet état est mis à la disposition des commissaires. Il est en outre établi, à la fin de chaque année sociale, un inventaire contenant l'indication des valeurs mobilières et immobilières de la Société, et, en général, de tout l'actif et le

passif de la Société. Cet inventaire est mis à la disposition des commissaires quarante jours au moins avant l'Assemblée générale; il est présenté à l'assemblée.

TITRE VIII. — Partage des bénéfices. — *Art.* 38. — Les produits nets, déduction faite de toutes les charges, de tous amortissements, constituent les bénéfices. Sur les bénéfices annuels, il est prélevé : 1° 5 pour 100 au moins des bénéfices pour le fonds de réserve prescrit par la loi; ce prélèvement n'est obligatoire que si le fonds de réserve est inférieur au dixième du capital social; 2° la somme nécessaire pour fournir aux actions 5 pour 100, à titre d'intérêt ou de premier dividende sur le capital libéré et non amorti de ces actions. Il est ensuite alloué 10 pour 100 du surplus au Conseil d'administration; et l'excédent est ainsi réparti : 75 pour 100 aux actions, à titre de deuxième dividende et 25 pour 100 aux parts de fondateur. Sur les 75 pour 100 afférents aux actions, il peut être prélevé toutes sommes que l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, juge utile d'affecter à la formation de toutes réserves extraordinaires ou spéciales. Par exception et jusqu'à la période d'exploitation, il sera payé aux actions un intérêt intercalaire de 5 pour 100 sur les sommes dont elles sont libérées, selon le mode et aux époques déterminées par le Conseil d'administration. Ces intérêts intercalaires seront portés au débit du compte de premier établissement, et les produits des placements de fonds, pendant la durée desdits intérêts, seront portés au crédit du même compte. Le payement des intérêts et dividendes se fait, en une ou plusieurs fois, aux époques fixées par le Conseil d'administration. Il est valablement fait au porteur du titre nominatif ou du coupon. Tous intérêts et dividendes non réclamés dans les cinq ans de leur exigibilité sont prescrits au profit de la Société.

TITRE IX. — Modifications aux statuts. — Dissolution. — Liquidation. — *Art.* 39. — L'Assemblée générale peut, sur l'initiative du Conseil d'administration, apporter aux présents statuts les modifications dont l'utilité sera reconnue. Elle peut décider notamment : l'augmentation du capital social, en une ou plusieurs fois, par voie d'apport, en nature ou contre espèces, même par la création d'actions de priorité; la réduction du capital social, même par rachat d'actions; la prolongation, la réduction de durée ou la dissolution anticipée de la Société, ou la fusion avec une autre Société; le transport ou la vente à tous tiers, ainsi que l'apport à toute Société, de l'ensemble des biens, droits ou obligations de la Société; les modifications peuvent même porter sur l'objet de la Société, mais sans pouvoir le changer complètement ou l'altérer dans son essence.

Art. 40. — En cas de perte des trois quarts du fonds social, les administrateurs doivent convoquer l'Assemblée générale de tous les actionnaires, à l'effet de statuer sur la question de savoir s'il y a lieu de prononcer la dissolution de la Société; le vote a lieu suivant le mode indiqué à l'article 33, mais tout actionnaire possédant moins de 10 actions a droit à une voix.

Art. 41. — A l'expiration de la Société ou en cas de dissolution anticipée, l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, règle le mode de liquidation et nomme, s'il y a lieu, les liquidateurs. Elle confère aux liquidateurs les pouvoirs qu'elle juge utiles pour la réalisation de tout l'actif mobilier et immobilier de la Société. Elle peut les autoriser à faire la cession à tous tiers ou l'apport à toute Société constituée ou à constituer de la totalité ou de partie des biens, droits et obligations de la Société. Pendant la liquidation, les pouvoirs de l'Assemblée générale continuent comme pendant l'existence de la Société; elle approuve les comptes de liquidation et donne décharge aux liquidateurs. Après l'extinction du passif, le solde de l'actif sera employé d'abord au payement à toutes les actions, de sommes égales au capital libéré et non amorti. Et le surplus, s'il y en a, constituant des bénéfices, sera réparti comme tel, dans les termes de l'article 38, c'est-à-dire : 75 pour 100 aux actions et 25 pour 100 aux parts de fondateur. Toutefois, si ces parts ont été rachetées en partie ou en totalité, il y aura lieu d'appliquer les dispositions de l'article 8.

TITRE X. — Contestations. — *Art.* 42. — Toutes les contestations qui peuvent s'élever entre les associés sur l'exécution des présents statuts sont soumises à la juridiction des tribunaux compétents du siège social. Les contestations touchant l'intérêt général et collectif de la Société ne peuvent être dirigées contre le Conseil d'administration ou l'un de ses membres qu'au nom de la masse des actionnaires et en vertu d'une délibération de l'Assemblée générale. Tout actionnaire qui veut provoquer une contestation de cette nature doit en faire, un mois au moins avant la prochaine Assemblée générale, l'objet d'une communication au président du Conseil d'administration, qui est tenu de mettre la proposition à l'ordre du jour de cette Assemblée. Si la proposition est repoussée par l'Assemblée, aucun actionnaire ne peut la reproduire en justice dans un intérêt particulier; si elle est accueillie, l'Assemblée générale désigne un ou plusieurs commissaires pour suivre la contestation. Les significations auxquelles donne lieu la procédure sont adressées uniquement aux commissaires. Aucune signification individuelle ne peut être faite aux actionnaires. En cas de procès, l'avis de l'Assemblée devra être soumis aux tribunaux en même temps que la demande elle-même. En cas de contestation, tout actionnaire sera tenu de faire élection de domicile dans la ville où est situé le siège social, et toutes notifications et assignations seront valablement faites au domicile par lui élu, sans avoir égard au domicile réel. A défaut d'élection de domicile, les notifications judiciaires et extra-judiciaires seront valablement faites au parquet du tribunal civil du siège social. Le domicile élu, formellement ou implicitement, entraînera attribution de juridiction aux tribunaux compétents du siège social, tant en demandant qu'en défendant.

TITRE XI. — Conditions de constitution. — *Art.* 43. — La présente Société ne sera définitivement constituée qu'après l'accomplissement des prescriptions de la loi du 24 juillet 1867. Par exception, les Assemblées générales constitutives seront convoquées, selon le mode indiqué à l'article 29 : à deux jours francs, pour la première, délibérant sur la sincérité de la déclaration de souscription et de versement du capital, et sur la nomination du commissaire à la vérification des apports et avantages particuliers; et à cinq jours francs, pour la deuxième, statuant sur les apports et avantages et sur la nomination et l'acceptation des administrateurs et des commissaires. Ces délais ne sont obligatoires que si tous les actionnaires ne sont pas présents ou représentés aux Assemblées.

Publications. — Pour les publications des présents statuts et des actes constitutifs de la Société, tous pouvoirs sont donnés aux porteurs des pièces.

Fait en six originaux, dont quatre pour les publications légales.

A Paris, le 17 décembre 1905.

Constitution. — La Société des *Forces motrices de la Haute-Durance* a été définitivement constituée ainsi qu'il résulte :

D'un acte de déclaration de souscription et de versement reçu par Me Grange, notaire à Paris, le 31 janvier 1906;

Et des deux Assemblées générales constitutives des 6 et 19 février 1906.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

37 417. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 346 25 Mai 1906.

L'INDUSTRIE ELECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION — M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89

ABONNEMENTS — Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.

ADMINISTRATION — 9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Traction à courants alternatifs simples à très basse fréquence. — On sait que les moteurs à courants alternatifs simples à collecteur, les seuls que l'on puisse employer pour l'application de ces courants à la traction électrique, fonctionnent d'autant mieux que la fréquence est plus basse, et qu'ils ne présenteraient plus aucune difficulté de commutation si la fréquence du courant qui les alimente pouvait être réduite à cinq ou dix périodes par seconde. Mais si cette basse fréquence peut convenir aux moteurs, elle conduirait, avec des alternateurs ordinaires à des machines à faible vitesse très lourdes, très encombrantes et très coûteuses.

C'est pour trancher cette difficulté que, dans un brevet récent, M. Will-Stanley a imaginé de constituer l'alternateur à basse fréquence par une dynamo à courant continu à collecteur, mais dont l'inducteur est alimenté par un courant alternatif simple de la fréquence désirée. Dans ces conditions, la dynamo produit du courant alternatif à la fréquence même de celle du courant inducteur, tout en conservant des dimensions normales et une vitesse angulaire aussi élevée qu'on le veut, car la fréquence des courants induits est indépendante de la vitesse de l'induit ainsi que du nombre de pôles inducteurs.

Dans ces conditions, la machine excitatrice à basse fréquence a de grandes dimensions pour sa puissance, mais cette augmentation de poids ne porte que sur la part afférente à l'excitation, c'est-à-dire quelques centièmes, et ne modifie ainsi que fort peu le poids total. Il va sans dire que les inducteurs de l'alternateur à collecteur doivent être feuilletés, puisqu'ils sont traversés par des courants alternatifs.

Ce dispositif est surtout intéressant avec les turbo-dynamos dont la grande vitesse angulaire ne se prête pas à la production de courants alternatifs de basse fréquence.

Les courants alternatifs ainsi produits peuvent être ensuite transformés à volonté, à l'aide de transformateurs ordinaires pour lesquels on peut adopter une induction magnétique un peu élevée, à cause de la faible fréquence des courants qui les traversent.

Dans le système de traction électrique préconisé par M. Stanley, les courants alternatifs sont transformés deux fois, la première pour obtenir des hautes tensions sur les lignes de transport, et la seconde pour obtenir des basses tensions en vue d'alimenter les moteurs des voitures.

Statistique des accidents dus à l'électricité en Autriche. — D'après l'*Elektrotechnick und Maschinenbau*, il a été signalé 56 accidents à la Société électrotechnique de Vienne. Il y a eu 6 cas de mort, dont 3 dans des stations centrales électriques et 3 dans des exploitations métallurgiques; dans 4 cas, la cause de la mort a été la haute tension; dans 1 cas, une chute à la suite d'un choc électrique, et dans 1 cas il y a eu brûlure.

Les 56 cas se répartissent comme il suit : 13 dans des services métallurgiques, 31 dans les chemins de fer électriques et 12 dans les usines électriques. Dans 8 cas, la cause était la haute tension; dans les autres cas, on avait affaire à du courant continu (550 v).

22 cas peu sérieux se sont produits aux tramways électriques de Vienne.

Loi des brevets d'invention en Roumanie. — M. G. Olivier, ingénieur des brevets à Bucarest, nous informe que cette loi a été sanctionnée par décret royal, n° 102 du 13 janvier 1906, et il attire l'attention de nos lecteurs sur les articles 34 et 35 de cette loi :

Art. 34. — Le titulaire d'un brevet obtenu à l'étranger ou son fondé de pouvoirs pourra obtenir en Roumanie un brevet pour son invention déjà brevetée, à condition que la demande soit faite en Roumanie, dans un terme de six mois au plus à partir de la date à laquelle le premier brevet a été obtenu à l'étranger.

Art. 35. — Aux étrangers, comme aux Roumains établis hors de Roumanie, il est accordé un terme de six mois à partir de la promulgation de la présente loi, pour déposer au Ministère de l'Agriculture, de l'Industrie, du Commerce et des Domaines, leurs demandes de brevets. Après l'expiration de ce terme, leur invention ne pouvant être considérée comme neuve pour la Roumanie, ne pourra plus y être brevetée.

Statistique des accidents dus à l'électricité en Suisse. — La *Schweizerische Elektrotechnische Zeitschrift* donne le relevé des accidents signalés par l'inspectorat des laboratoires d'essai de la Société électrotechnique suisse. Il y a eu 29 accidents et 30 personnes blessées contre 36 cas en 1904; 21 cas ont été mortels (24 en 1904).

7 de ces cas intéressent le personnel d'exploitation proprement dit, 16 le restant du personnel et 7 des tiers; 62 pour 100 des cas sont dus à des négligences, 8 pour 100 au manque de connaissances faisant négliger le danger. D'après la tension du courant, 7 cas (soit 21 pour 100) avec de la basse tension inférieure à 250 v, 3 cas (11 pour 100) avec de la tension moyenne inférieure à 1000 v et 20 cas (68 pour 100) avec la haute tension. Un maçon a été tué avec la tension de 2 fois 120 v; par contre, une personne ayant été en contact avec la tension de 26000 v est revenue à la vie. Sur 15 essais de respiration artificielle, 1 seul a réussi. 13 cas d'accidents matériels ont été constatés, dont 1 seul dû à la foudre; 6 cas sont à attribuer au mépris du danger.

Four électrique avec résistances de Nernst. — Ainsi que l'annonce l'*Electrical Engineer* du 9 février, Harker a construit un four électrique tubulaire, dans lequel le tube est formé de résistances employées dans la fabrication des lampes Nernst, afin de soustraire les substances à fondre à l'action des vapeurs des combinaisons de carbone et d'hydrogène qui se dégagent avec les cornues ou les tubes en charbon. On emploie une pâte constituée par un mélange de terre de zircone avec 10 pour 100 d'yttrium, que l'on presse dans une forme et qu'on laisse sécher. Le plus petit tube avait une longueur de 62 mm entre contacts. Avec une tension de 120 v, l'intensité du courant était de 1 A, et la température atteinte, de 1600° C. Le tuyau est rendu conducteur soit en le chauffant directement, soit en l'entourant d'une spirale de nickel dans laquelle on fait passer du courant; l'amenée du courant au tube a lieu par des fils de nickel.

Les tramways électriques en Angleterre. — Les statistiques officielles anglaises donnent les tableaux suivants se rapportant aux tramways mécaniques et électriques.

	1903-1904.	1904-1905.
Longueur totale des tramways exploités, en km.	2 946	3 406
Nombre de voyageurs transportés	1 799 312 673	2 068 913 226
Prix de revient de la voie :		
Voie et usine, en fr : km.	183 975	181 270
Total, en fr : km	248 882	242 330
Bénéfices nets, en pour 100 du capital	6,27	6,36
Dépenses d'exploitation, en pour 100 des recettes	66,15	66,19
Nombre de voyageurs par an et par km exploité	607 800	607 440
Nombre de voyageurs par voiture-kilomètre	5,75	5,65
Prix moyen payé par voyageur, en centimes	12	11,69
Impositions, en fr.	5 177 165	5 247 025

Il y a 174 entreprises municipales dont les capitaux s'élèvent à plus de 824 millions de francs et 146 entreprises appartenant à des sociétés dont les capitaux se montent à plus de 494 millions.

	1903-1904.	1904-1905.
Longueur totale des lignes exploitées électriquement, en km	2 352	2 861
Longueur des lignes exploitées au moyen d'autres systèmes, en km.	607	541
Nombre de voitures électriques	7 132	8 292
Nombre de voitures non électriques	2 336	2 052
Nombre de chevaux	15 353	13 357
Total des recettes, en fr.	215 122 000	247 925 650
Dépenses d'exploitation, en fr	142 319 350	164 126 225
Bénéfices nets, en fr.	72 802 650	83 799 425
Intérêts et dividendes, en fr	30 978 025	35 165 275
Remboursements et amortissements, en fr	12 044 150	14 318 125

Il y a encore en Angleterre, en Écosse et en Irlande plus de 336 km de voie exploités au moyen de chevaux; en outre, 142 km sont exploités à vapeur et il y a 42 km de funiculaires.

Le développement de la distribution d'énergie électrique de la ville de Cologne depuis 10 ans. — Le tableau suivant publié par l'*Elektrotechnick und Maschinenbau* permet de se rendre compte du développement de l'usine :

	1895.	1905.
Énergie distribuée, en kw-h.	675 962	12 340 840
Prix de revient, en centimes : kw-h.	18,75	8,75
Prix de revient du combustible, en centimes : kw-h	6,25	3,75
Recettes, en fr	281 250	1 162 500
Prix moyen de vente, en centimes : kw-h	95	21,25

Les dépenses d'éclairage aux États-Unis. — Dans une conférence faite à l'*Illuminating Engineering Society*, M. Marks a indiqué que les consommateurs des États-Unis paient annuellement :

Pour la lumière électrique.	500 à 600	millions de francs.
Pour le gaz d'éclairage	200 à 250	—
Pour le gaz naturel	8 à 9	—
Pour l'acétylène	10 à 15	—
Pour le pétrole	300	—

Les moulins à vent et la production de l'énergie électrique. — Les expériences faites récemment aux frais de l'État à Askow (Danemarck), par le professeur La Cour, ont porté sur la forme la meilleure à donner aux moulins à vent, ainsi que sur le meilleur mode d'emploi de l'énergie. Voici un résumé des résultats de ces expériences :

Le moulin à vent à quatre ailes bien construit est certainement le type le meilleur; sa vitesse se prête bien à la commande d'une dynamo, et il n'y a pas besoin de transmission de mouvement compliquée comme avec les autres types. La puissance dépend naturellement de la vitesse du vent. Si la surface des ailes est de 12 m², on obtient pour un vent de 6 m : s le chiffre

$$12 \cdot 6^3 = 12 \cdot 216 = 2592 \text{ m}^3 : \text{s}.$$

Si l'on divise le chiffre obtenu par 1250, on obtient la puissance en chevaux qui est dans le cas étudié de 2 chevaux environ; dans l'exemple précédent, avec des vents de 4, 8, 10 m : s, la puissance est respectivement de 5/8, 5 et 10 chevaux. En déduisant les pertes par résistances, qui sont environ de 14 pour 100, on a la puissance nette.

L'orientation par rapport au vent doit être automatique. Afin d'avoir une exploitation normale, il faut avoir une réserve que l'on puisse utiliser quand l'air est calme, et pour les installations importantes, on doit employer un moteur à pétrole. Les frais d'installation d'une telle machine sont de beaucoup inférieurs aux frais d'achat d'une batterie d'accumulateurs, devant être suffisante dans tous les cas. Comme exemple d'une telle installation, on peut citer celle d'Askow qui date de deux ans, dessert 450 lampes à incandescence ainsi que quelques lampes à arc et quelques électromoteurs.

Le professeur La Cour évalue les frais d'une telle installation pour une petite localité à :

Moulin à vent	4 125 fr.
Moteur à pétrole	4 125
Batterie d'accumulateurs	6 875
Dynamo	1 250
Disjoncteur automatique, etc.	475
Tableau et réducteurs	475
Terrain	3 625
Canalisation	1 750
Total	22 700 fr.

Les frais annuels d'exploitation s'élèvent à :

Surveillance du moulin, graissage, mise en marche	275,00 fr.
Mise en marche du moteur à pétrole et surveillance, 30 jours par an à 5,625 fr.	168,75
Dépense annuelle de pétrole	275,00
Matériel de graissage	109,50
Total	828,25 fr.

Comme dans une telle installation, les recettes s'élèvent à 3500 fr environ, il y a un supplément de recettes de 2700 fr au moins, ce qui représente environ 12 pour 100 du capital de premier établissement.

M. La Cour estime que les frais d'installation pour une ferme ordinaire s'élèvent à environ 4800 fr, et il en signale les avantages. En Danemarck, il y a déjà un grand nombre d'installations analogues.

Société par actions pour la fabrication de l'aluminium à Neuhausen. — Le bilan de 1905 établit que cette Société a réalisé un bénéfice de 4 659 495 fr (contre 3 164 415 fr l'année précédente). Le bénéfice net s'élève à 2 539 118 fr. Le dividende pour les actions libérées a été de 20 pour 100 (18 pour 100 l'année précédente). Les usines ont été occupées toute l'année et les commandes sont telles que les résultats de l'année en cours seront également favorables.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Marseille. — *Station centrale.* — Les travaux des installations électriques de la Société du Gaz et de l'Électricité avancent très rapidement. Plus de 130 kilomètres de câbles souterrains fabriqués par la Société Alsacienne, la Société Française des Câbles électriques et la maison Geoffroy et Delore, sont déjà placés depuis plusieurs semaines dans la partie centrale de la ville et la pose des canalisations va être continuée dans la périphérie. On procède, depuis le commencement de l'année, aux raccordements du réseau de distribution aux maisons pour le service des abonnés.

Le bâtiment de la sous-station principale, construit par MM. Védrine et Bonenfant, au boulevard du Muy, 45, est entièrement achevé et les premières machines de la Société Alsacienne sont en montage, ainsi qu'une puissante batterie d'accumulateurs « Union ». Enfin, on vient de mettre le drapeau au faîte de l'usine productrice d'électricité édifiée par la Société dans ses terrains de l'usine à gaz d'Arenc et dont la puissance actuelle de 4500 poncelets pourra être doublée, au fur et à mesure des besoins.

Cette importante construction, commencée il y a moins de quatre mois, a été menée à bonne fin dans des conditions de célérité qui font le plus grand honneur à l'entrepreneur, M. Clet. L'usine comprend trois divisions principales : le bâtiment des chaudières, celui des turbo-alternateurs et celui réservé aux tableaux de distribution. Les chaudières construites par les Forges et Chantiers de la Méditerranée sont prêtes à être montées, et l'on peut voir un type dans un des trois pavillons de l'Exposition Coloniale, où est produite l'énergie destinée à l'éclairage électrique de l'Exposition, dont la Société du Gaz et de l'Électricité est concessionnaire.

Les groupes électromécaniques (turbo-alternateurs, système Curtis), construits par la Compagnie Thomson-Houston, vont être bientôt mis en montage.

Dans moins de quatre mois, toute cette importante installation sera en complet fonctionnement. La Société du Gaz et de l'Électricité livre du reste, à l'heure actuelle, dans les quartiers du centre, le courant produit dans les diverses stations dont elle dispose, en attendant la mise en service définitif de ses nouvelles usines.

ÉTRANGER

Bruxelles. — *Station centrale.* — Nous apprenons que la nouvelle station centrale de la ville de Bruxelles est à peu près terminée, quant au gros œuvre. On monte déjà les chaudières, au nombre de trente et réparties en dix groupes de trois; elles vont être enrobées de maçonnerie en briques réfractaires. Au-dessus se trouvent les silos à charbon, pour la distribution automatique du combustible; au-dessous, les cendriers des foyers. Le hall des chaudières mesure 96 mètres de longueur sur une douzaine de mètres de large; il est recouvert de tôle ondulée, avec cheminées d'aérage.

A côté, le hall des machines, mesurant 96 mètres de longueur sur 25 de hauteur et une trentaine de largeur, est fort avancé aussi. Les deux pignons sont à hauteur et l'on a commencé le plafonnage des murs longitudinaux, ainsi que la pose du plafond inférieur, en bois décoré par le simple jeu des voliges, disposées en parquet. Les fondations des machines comportant 1,600 mètres cubes de maçonnerie, sont prêtes à recevoir des bâtis; le carrelage céramique ne sera posé qu'après le montage des machines.

Celles-ci, au nombre de quatre, auront une puissance totale de 11 250 chevaux, et il y a place, dans le hall, pour doubler cette puissance lorsque le besoin s'en fera sentir.

Le niveau général du rez-de-chaussée est à la cote 19,40, celui des souterrains à 15,80, le terrain étant à la cote 15,50. On a paré, de cette façon, aux dangers d'inondation, la Senne étant voisine. Le tunnel de décharge, pour la prise d'eau au canal et l'évacuation, sera prochainement construit : la fouille

est presque à profondeur. La prise d'eau vient à la cote 11,80, le puisard des pompes à la cote 11. L'entrée et la sortie du tunnel seront ménagées dans le mur de quai du canal maritime, lors de la construction prochaine de ce mur.

Du côté de la ville, on construit le bâtiment des bureaux. Du côté opposé s'élèvera la grande cheminée, dont le fût surmonte déjà de quelques mètres le soubassement. La hauteur totale de la cheminée sera de 60 mètres, dont 48 pour le fût cylindrique et 12 pour le soubassement, de section carrée. Le diamètre intérieur sera de 6,30 m à la base, de 4,50 m au sommet.

Le carneau de fumée entre dans le soubassement à 6 mètres au-dessus de la base de la cheminée ; il vient du récupérateur en passant sur un pont supporté par des colonnes.

Penshaw (Angleterre). — *Station centrale.* — Une installation intéressante a été mise récemment en service à Durham (Angleterre). L'usine génératrice est établie à Penshaw, à proximité des mines de charbon de Lambton, où le prix du charbon est extrêmement bon marché. La salle des machines contient cinq turbo-générateurs dont trois du type Parsons et deux du type Willians : chaque turbine à vapeur forme avec son groupe de chaudières et son condenseur, une unité indépendante.

Il y a cinq groupes de chaudières Babcok et Wilcox à chargement automatique vaporisant par heure 9530 kilogrammes d'eau et produisant de la vapeur à 12,5 atmosphères surchauffée de 50 degrés.

Deux pompes d'alimentation, entraînées par des machines à vapeur séparées, sont placées dans un local spécial voisin de la chaufferie. Le charbon est déchargé par des appareils automatiques Graham-Monton et amené par ces appareils aux trémies d'alimentation des chaudières.

L'eau est prise dans le fleuve Weir distant de 3 kilomètres et est amenée par une conduite de 25 centimètres de diamètre au moyen de deux pompes centrifuges de 60 kilowatts entraînées par deux moteurs triphasés à 230 volts tournant à une vitesse de 1500 tours par minute. Le débit de ces pompes est de 2300 litres par minute pour une pression de 82 mètres d'eau. Le démarrage des moteurs, qui est commandé depuis l'usine génératrice, est effectué au moyen de rhéostats automatiques.

Les turbines Parsons ne sont pas boulonnées sur leur fondation et sont reliées aux condenseurs par des tuyaux flexibles. Ceux-ci sont fixés au sol. Au contraire, les turbines Willians sont boulonnées à leur fondation et sont rigidement liées à leurs condenseurs, supportés d'une façon élastique et reliés aux pompes par des arbres flexibles. Les pompes de condensation sont entraînées par des moteurs à courant continu.

Chaque turbine à vapeur tourne à la vitesse angulaire de 1500 tours par minute et entraîne un alternateur triphasé de 1000 kilowatts en charge normale et de 1250 kilowatts en surcharge. Les courants triphasés sont produits sous une tension de 6600 volts et avec une fréquence de 50 périodes par seconde. Les enroulements des alternateurs sont connectés en étoile et le point neutre est relié à la terre.

Deux dynamos à courant continu de 180 kilowatts à 550-600 volts, entraînées par des machines à vapeur Willians, fournissent le courant nécessaire aux moteurs auxiliaires : sur le même arbre est calée une excitatrice de 40 kilowatts pour le courant d'excitation des alternateurs.

La station centrale alimente 17 mines des environs auxquelles elle fournit l'éclairage et la force motrice. Quelques sous-stations sont établies en ces points et sont reliées à l'usine génératrice en partie par des câbles et en partie par des lignes aériennes; dans ces sous-stations la tension est abaissée à 230 volts ou à 2000 volts. La plus basse tension sert pour l'alimentation de petits moteurs : la tension moyenne est utilisée pour les machines d'extraction et les gros moteurs. Dans les mines un peu éloignées de l'usine génératrice les courants triphasés sont transmis sous une tension de 11 000 volts.

Sfax (Tunisie). — *Éclairage.* — Après de longs pourparlers et de longues discussions le Conseil municipal s'est enfin décidé pour l'éclairage électrique. Au cours d'une récente séance, M. Boizel a lu son rapport sur l'éclairage, qui conclut au rejet de l'éclairage au lusol et à l'adoption définitive de l'éclairage électrique.

D'après ce rapport, Picville, un faubourg de Sfax, ne serait éclairé à l'électricité qu'aux heures d'éclairage public; toutefois, quand le nombre des abonnés sera reconnu suffisant, ils pourront profiter de l'électricité à toute heure du jour et de la nuit.

Les dépenses d'installation s'élèveront à 300 000 fr, et celles d'entretien à 18 000 fr par an.

Les abonnements à l'éclairage électrique devront être fixés à 25 francs au minimum.

M. Boizel propose, comme conclusion, que le projet de M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées soit adopté.

M. Gérard parle d'une lettre adressée au Conseil municipal par des commerçants sfaxiens, demandant qu'une mise en adjudication du matériel d'éclairage à l'électricité ait lieu.

Le Conseil rejette cette demande et approuve le marché passé entre l'ingénieur des Ponts et Chaussées à Sfax et l'ingénieur-conseil à Paris.

M. Gérard demande si l'on ne pourrait pas adopter un moyen mixte d'éclairer la ville à l'électricité et au gaz.

M. Jomier répond que l'éclairage au gaz serait très coûteux, car le gaz fabriqué par l'usine de Sfax et destiné aux bouées de balisage, est d'un prix très élevé.

Les conclusions du rapport Boizel sont adoptées à l'unanimité.

Zurich. — *Station centrale.* — La ville de Zurich a consacré une somme de 10 685 000 fr à l'établissement d'une usine génératrice dans la vallée de l'Albula. On doit creuser un canal de 7412 m de longueur, de 2,75 m de largeur et de 3,40 m de profondeur pour amener 16,75 m cubes d'eau par seconde avec une perte de charge de 4,50 m environ. L'eau sera ainsi amenée à une chambre d'eau circulaire de 12 m de diamètre et de 32 m de hauteur creusée dans les rochers : de cette chambre d'eau partiront deux conduites de 2 m de diamètre aboutissant à l'usine génératrice. La puissance totale de celle-ci atteindra 18 000 poncelets. Il y aura huit groupes électrogènes de 2200 poncelets composés chacun d'une turbine et d'un alternateur.

Deux projets sont actuellement en présence : l'un d'eux repose sur la production et la transmission des courants triphasés sous une tension initiale de 46 000 v et une tension finale de 70 000 v : l'autre repose sur le transport d'énergie au moyen de courant continu à 79 000 v entre pôles avec point neutre intermédiaire à la terre, c'est-à-dire 39 500 v entre un conducteur et la terre. Dans les deux cas, la ligne doit être double et les conducteurs doivent avoir, dans le cas de courants triphasés, une section de 50 millimètres carrés et, dans le cas de courant continu, une section de 36 millimètres carrés. Les poteaux de support seront en béton : dans les angles et pour les traversées, on emploiera des poteaux métalliques entaillés. Tous les 20 kilomètres seront disposées des bobines de sectionnement permettant de couper la ligne en tronçons en cas d'avarie. Les dépenses s'élèveront à 4 785 000 fr pour la partie hydraulique et 5 900 000 fr pour la partie électrique dans le projet à courants triphasés, ou 5 550 000 fr dans le projet à courant continu.

THERMO-GALVANOMÈTRE DUDDELL

Depuis longtemps le besoin se fait vivement sentir d'un instrument capable de mesurer exactement de faibles courants alternatifs. La résistance élevée et la self-induction des bobines d'appareils du type électromagnétique en prohibent souvent l'emploi. Les instruments électrostatiques, tels qu'on les construit aujourd'hui, ne conviennent d'ailleurs nullement pour la mesure de courants très faibles, à moins qu'on ne puisse disposer d'une différence de potentiel suffisante.

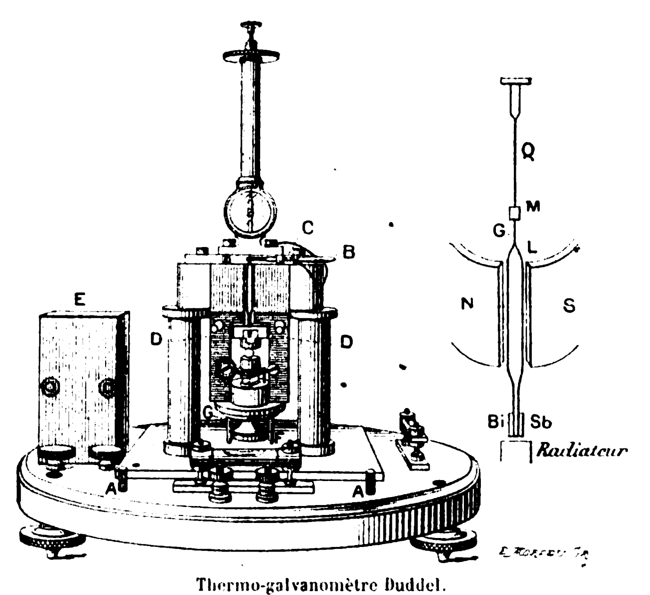
Le thermo-galvanomètre imaginé par M. W. Duddell et construit par la *Cambridge Scientific Instrument Company, Limited*, d'Angleterre, s'applique, au contraire, à la mesure, avec un haut degré de précision, de courants de très faible intensité. Il n'a pratiquement ni self-induction ni capacité, ce qui permet de l'employer sur un circuit de fréquence quelconque (même jusqu'à 120000 périodes par seconde) et pour des courants ne dépassant pas 20 micro-ampères. Il se prête à la mesure des courants aussi bien continus qu'alternatifs et peut, en conséquence, être étalonné sur du courant continu et être ensuite appliqué sans erreur à des circuits à fréquence et forme d'onde quelconques.

Le principe en est simple. Il se compose d'une résistance qui s'échauffe sous le passage du courant à mesurer, la chaleur émise par la résistance tombant sur le joint thermique d'un radio-micromètre de Boys. L'élévation de température du joint le moins chaud du couple thermique détermine un courant dans la spire qui est alors déviée par le champ magnétique à l'encontre de la torsion d'une fibre de quartz. La figure 1 donne la vue perspective du thermo-galvanomètre dont la figure 2 est la représentation schématique. Dans le champ créé par les pièces polaires N et S (fig. 2) d'un aimant permanent est suspendue, au moyen d'une fibre de quartz Q, une simple spire de fil L, aux extrémités inférieures de laquelle est fixé un couple thermique. Cette spire est surmontée d'une tige de verre G qui porte un miroir M. Au-dessous du joint inférieur du couple thermique est fixée la résistance d'échauffement ou radiateur, dont l'une des extrémités est reliée au bâti de l'appareil de manière à éviter l'action des forces électrostatiques. Le courant à mesurer passe par le radiateur, élève sa température et en porte le joint inférieur à une température plus élevée que celle du joint supérieur; il en résulte dans la spire L un courant qui se trouve alors dévié, à l'encontre de la torsion de la fibre de quartz Q, par le champ magnétique.

Les déviations de l'appareil sont pratiquement proportionnelles au carré de l'intensité quand le radiateur est bien centré par rapport au joint. Sa sensibilité dépend de la résistance du radiateur et de sa distance par rapport au joint thermo-électrique. Les radiateurs sont conservés dans de petites boites, qui les protègent, avec des bagues de contact, ce qui permet de les interchanger rapidement quand on veut modifier notablement la sensibilité de l'instrument.

Les résistances supérieures à 40 ohms sont constituées par un dépôt de platine sur du quartz; celles inférieures à 40 ohms sont des fils de métal. On peut avoir de ces radiateurs d'une résistance quelconque comprise entre 1 et 1000 ohms.

Un écrou de réglage F (fig. 1) permet également de faire varier la distance entre le radiateur et le joint thermique et de produire de légers changements dans la



Thermo-galvanomètre Duddel.

Fig. 1. — Perspective. Fig. 2. — Schéma.

sensibilité sans obliger à recourir à d'autres radiateurs ou à d'autres shunts au cours d'une expérience. On peut faire usage de shunts avec les instruments pour mesurer des courants de basse fréquence (inférieure à 1000 périodes par seconde) et des courants continus; mais, pour des courants de haute fréquence, comme ceux employés dans la télégraphie sans fil, il existe une grande incertitude en ce qui concerne le rapport dans lequel le courant se partage entre les circuits de l'instrument et du shunt.

Le socle de l'appareil est muni de vis calantes et de niveaux d'eau. On voit sur la figure 1 la lourde plaque métallique E qui protège le couple, éloignée et posée sur le socle de l'appareil. Un épais couvercle d'acajou (qu'on ne voit pas sur la figure) protège l'instrument de la poussière et des radiations calorifiques. Le miroir M (fig. 2) est plan; mais l'instrument est muni d'une lentille qui donne une image sur l'échelle à une distance d'un mètre, quand on se sert de la lampe et de l'échelle ordinaires du galvanomètre.

Les instruments atteignent généralement en dix secondes leur pleine déviation, à 1/500 près.

Les avantages et les applications d'un appareil tel que le thermo-galvanomètre sont si nombreux et si évidents

qu'il est à peine besoin de les énumérer. En dehors de ceux qui ressortent de la rapide description ci-dessus, il nous suffira de dire que cet appareil est apériodique et insensible aux champs magnétiques extérieurs, qu'on en peut faire varier la résistance dans de larges limites et qu'il permet de mesurer les courants aériens de la télégraphie sans-fil, les courants téléphoniques et ceux utilisés dans les tubes à rayons X et dans les bobines secondaires d'induction médicale. E. B.

APPLICATIONS

DE

L'ÉLECTRICITÉ DANS L'INDUSTRIE SUCRIÈRE

PAR LA MAISON BREGUET

(*Suite et fin*[1].)

6. *Commande des turbines à sucre.* — Le mode d'attaque de ces turbines n'est plus aujourd'hui en discussion et, en principe, la commande individuelle est universellement adoptée pour les installations nouvelles. On ne saurait trop insister en notant à nouveau la grande sécurité pratique du fonctionnement des turbines actionnées par moteurs asynchrones, aucun emballement n'étant à redouter du fait du moteur.

Trois dimensions de turbines sont aujourd'hui couramment usitées, les paniers mesurant généralement 0,76 m, 1,07 m ou 1,25 m de diamètre. Les vitesses de ces turbines sont imposées par les contraintes admissibles dans le métal par suite de l'action de la force centrifuge. Si l'on admet comme limite de sécurité une vitesse périphérique d'environ 50 m:s, on voit que les vitesses angulaires correspondant aux dimensions ci-dessus sont respectivement 1200, 1000 et 750 t:m. Cependant, en ces derniers temps, on a pu admettre pratiquement jusque 950 à 1000 t:m pour des paniers de 1,25 m de diamètre, ce qui porte la vitesse périphérique à 65 m:s. La contrainte du métal atteint alors 5,4 kg par mm² pour la force centrifuge propre au panier seul, valeur déjà très élevée qui exige des soins de construction tout particuliers.

Les charges en masse cuite diffèrent suivant les dimensions (60, 200 et 350 à 400 kg approximativement).

La durée d'une opération dépend avant tout de la méthode suivie dans la fabrication et de la quantité de matière à traiter. Par là nous entendons la répartition des opérations successives du turbinage et leur durée propre. Pour une partie de celles-ci le temps qui leur est accordé dépend essentiellement de la quantité et de la qualité de la masse cuite; d'autres, comme le chargement, la durée du démarrage, le freinage sont fixées par des considérations d'ordre purement mécanique et demandent à être étudiées au point de vue de l'organisation du travail et de la construction mécanique des appareils.

La durée du démarrage et du freinage varient selon les moyens dont on dispose. On détermine, en conséquence, les dimensions des moteurs et leur régime suivant la production à réaliser, compte dûment tenu de tous les éléments relatifs à la main-d'œuvre qui peuvent intervenir dans la question.

La richesse en sucre de la matière joue un rôle non moins important, cela va de soi. L'abondance plus ou moins grande des rentrées d'égouts fait varier la quantité de sucre extraite pour une charge en masse cuite donnée dans d'assez grandes proportions. Ainsi une petite turbine (panier de 0,76 m) d'une contenance de 65 kg de masse cuite rend suivant les cas :

Avec une matière riche.	35 kg	de sucre, en moyenne.
— ordinaire.	25	— seulement.

De même la qualité de la masse peut modifier la durée du turbinage dans une certaine mesure.

L'expérience montre qu'on réalise aisément une opération complète, chargement et vidange compris, avec une petite turbine en 120 secondes. La production journalière minima d'une turbine, pour cette durée du cycle, en 20 heures, à raison de 25 kg de sucre blanc par opération, peut donc être estimée à 15000 kg environ.

Les turbines de 1,07 et 1,25 m de diamètre donnant en moyenne respectivement 112 et 160 kg de sucre par opération en 540 et 720 secondes, produisent par jour 15000 et 16000 kg de sucre blanc. On voit que, dans ces conditions, les turbines à panier de 1,06 et 1,25 m de diamètre sont juste à peu près équivalentes comme production aux turbines de 0,76 m; le bénéfice qu'on en retire est seulement fonction de la main d'œuvre, abstraction faite des dépenses de premier établissement et d'énergie. Ces valeurs se modifient suivant la durée du cycle; comme le délai de démarrage intervient dans celle-ci pour une forte part, la production sera très affectée par le choix de la puissance attribuée au moteur.

On détermine rationnellement le cycle de façon telle que le matériel ne soit jamais à l'arrêt (récoltage) pour plus d'une turbine à la fois et en tenant compte de la valeur de la main-d'œuvre, du combustible et de l'amortissement de l'installation. Suivant l'importance de la production totale et la prépondérance à accorder à l'un ou à l'autre de ces facteurs, on aura intérêt à adopter une turbine de dimensions déterminées.

Au point de vue de la construction, on peut ranger les turbines en deux types : l'un classique en France, dans lequel l'axe de la turbine est guidé à ses deux extrémités; l'autre, plus répandu en Angleterre et dans les colonies, connu sous le nom de type *Weston*, dans lequel la turbine est suspendue à l'extrémité d'un axe soutenu seulement par sa partie supérieure et libre d'osciller autour de son point de suspension; les constructeurs bien connus de Glasgow, MM. *Watson, Laidlaw et Cie* se sont fait une

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 545, p. 197.

spécialité du genre Weston, auquel ils ont apporté de nombreux perfectionnements.

Une application particulièrement importante des turbines du premier type a été faite à la Sucrerie d'Escaudœuvres (1901), qui possède une batterie de 12 turbines Caïl à panier de 1,25 m de diamètre. Ici précisément l'examen des conditions d'exploitation a conduit à adopter un cycle de durée très réduite, une opération devant être accomplie en 270 secondes ainsi réparties :

Chargement	10 secondes.
Démarrage	95 —
Marche en vitesse	85 —
Freinage	30 —
Récoltage	50 —
Ensemble	270 secondes.

L'énergie cinétique emmagasinée dans les masses en mouvement dépasse 100 000 kgm. Le démarrage rapide imposé a nécessité l'équipement de la batterie d'une façon toute spéciale pour maintenir les dimensions des moteurs dans des limites raisonnables et pour réduire l'énergie dissipée en chaleur au minimum.

Les moteurs triphasés employés sont du genre γ et ont les dimensions principales ci-après :

Stator :	
Diamètre des tôles, en mm	680 — 462,5
Épaisseur du paquet de tôles, en mm	250
Nombre de pôles	6
Nombre de spires par phase	48
Couplage : étoile.	
Rotor :	
Diamètre des tôles, en mm	460
Nombre de barres dans chaque cage	54
Diamètre des barres de la cage extérieure, en mm	12
— intérieure, en mm	6 × 12
Section des frettes en cuivre, en mm	40 × 5

Les moteurs développent au démarrage un couple de 55 kgm et en régime normal, de 15 kgm.

Ils sont alimentés au démarrage successivement par des courants triphasés à

21 périodes par seconde sous	150 volts.
35 —	250 —
50 —	500 —

On obtient ainsi un démarrage progressif avec le minimum de dépense d'énergie.

La charge d'une turbine est de 500 kg de masse cuite environ, produisant 110 kg de sucre. La masse cuite est chargée dans le panier avant le démarrage par un bac jaugeur.

La batterie produit couramment 5000 sacs de sucre de 100 kg chacun par 24 heures. Elle est desservie par un personnel ouvrier très restreint comprenant 8 turbineurs seulement et un aide préposé aux manœuvres du poste général de commande.

La figure 6 montre la variation de la puissance fournie pendant le démarrage, le panier de la turbine étant d'abord vide puis chargé; la figure 7 indique la variation du courant absorbé en fonction du temps.

D'autre part, on profite du réseau à 3 fréquences pour récupérer, par l'arrêt du moteur, une partie de l'énergie cinétique des masses. Dans ce but, lorsqu'une turbine doit être stoppée, on en relie le moteur, alors au voisinage du synchronisme à 50 périodes par seconde, avec

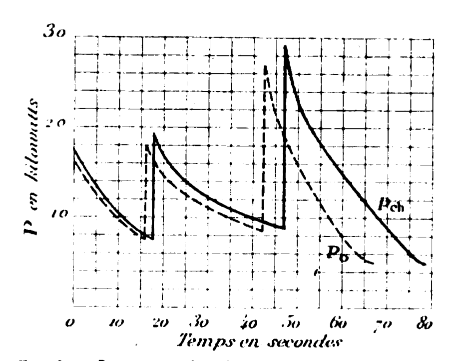


Fig. 6. — Puissance absorbée pendant un démarrage. P_0, panier à vide. — P_{ch}, panier chargé. — Emploi de 3 fréquences.

le réseau à 35 périodes par seconde, puis de même, ensuite, au réseau à 21 périodes par seconde.

La figure 8 représente la puissance récupérée sur les

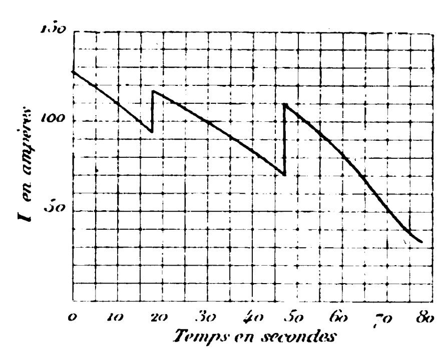


Fig. 7. — Intensité pendant le démarrage. — Emploi de 3 fréquences.

réseaux à 21 et 35 périodes par seconde pendant le fonctionnement du moteur en génératrice asynchrone.

Quand le moteur est arrivé aux environs de 500 t : m, un frein mécanique absorbe en 5 secondes l'énergie cinétique résiduelle, soit environ 30 000 kgm.

La puissance moyenne absorbée pendant le démarrage proprement dit est de 10 kw environ et pour le cycle complet d'une opération d'environ 6 kw.

La puissance moyenne récupérée durant 23 secondes est de 18 kw.

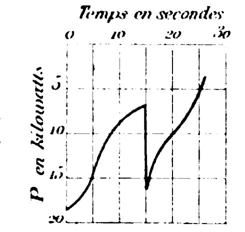


Fig. 8. — Freinage récupérateur. — Emploi de 3 fréquences.

Au cas du fonctionnement avec la seule fréquence de 50 périodes par seconde et d'une même durée de démarrage, le calcul montre que la dépense d'énergie est plus élevée de 35 pour 100 qu'avec l'usage des 3 fréquences; la quantité de chaleur dissipée dans le moteur est supérieure de 60 pour 100.

On voit ainsi l'intérêt qui s'attache à prévoir des moyens spéciaux toutes les fois que la batterie est assez importante pour exiger une grande puissance.

A la Sucrerie centrale de Cambrai, le réseau principal fournit dans toute l'usine des courants triphasés à 50 pé-

riodes par seconde; les courants à 21 et 35 périodes par seconde sont fournis par des circuits spéciaux alimentés par un alternateur homopolaire tournant à 425 t : m et pouvant produire simultanément

380 ampères sous	150 volts à.	21 périodes : s.
300 —	250 —	55 —

Dans ce but, la machine comprend deux armatures induites fixes et une étoile mobile en acier présentant d'un côté 3 sabots polaires, et de l'autre, 5. L'enroulement inducteur est une bobine fixe unique logée entre les deux armatures.

La mise en marche des 12 turbines est gouvernée à distance par des contrôleurs disposés dans un poste central de manœuvre, de façon à soustraire l'ouvrier turbineur à toute préoccupation touchant la commande des turbines et pour restreindre son service aux seules opérations de la fabrication : charge, clairçage, récoltage.

L'appareillage est disposé de façon à rendre toute opération malencontreuse impossible.

Dans ce but, le contrôleur est commandé par un servo-moteur électrique, dont le circuit ne peut être fermé qu'à l'appel du turbineur; de même le serrage du frein oblige le servo-moteur à ramener le contrôleur à la position de repos.

Le passage d'une fréquence à l'autre s'opère automatiquement, grâce à un dispositif centrifuge actionné par la turbine elle-même et qui provoque, au moment opportun et dans le sens convenable, la mise en marche du servo moteur du contrôleur.

A la Sucrerie de Cambrai où l'on traite 12 turbines avec un cycle de 270 secondes seulement et où les démarrages s'opèrent régulièrement à intervalles de 25 secondes, l'étude montre que la dépense de premier établissement se justifie par des avantages de main-d'œuvre, d'exploitation et d'économie d'énergie.

On peut se demander quelle est la limite d'emploi d'un procédé de ce genre.

Si l'on admet la même durée de cycle et la même puissance unitaire des moteurs des turbines, un graphique simple à établir montre qu'avec 6 turbines il peut encore y avoir avantage à recourir aux fréquences multiples et à la récupération; le matériel est encore assez bien utilisé. Au-dessous de ce nombre, la dépense de premier établissement n'est pas compensée par des économies suffisantes et il devient préférable de faire appel à des procédés plus sommaires.

Sans entrer dans de plus amples détails à ce sujet, nous rappellerons qu'avec les turbines complètement guidées et à moteur asynchrone rigidement lié à l'axe de la turbine, le rendement moyen du moteur durant le démarrage ne peut dépasser théoriquement la valeur de 0,50. Il faut donc prévoir la construction des moteurs pour qu'ils puissent sans inconvénient rayonner la grande quantité de chaleur dissipée durant ce démarrage; on peut dire que pendant cette période, *toute la chaleur perdue traverse le moteur.*

Les turbines du genre Weston permettent d'envisager le problème d'une façon un peu différente.

En effet, le moteur n'est plus lié rigidement à la turbine, mais par l'intermédiaire d'un accouplement à force centrifuge.

Cette disposition fait de la turbine et de son moteur deux appareils indépendants mais convenablement accouplés; la turbine elle-même est suspendue sur caoutchoucs et peut osciller librement, ce qui permet en toute circonstance le centrage de la turbine chargée. Le moteur, au contraire, est fixé sur les sommiers de suspension de la turbine et n'oscille pas; sa construction est indépendante de celle de la turbine et l'entrefer peut conserver les valeurs admises en pratique en vue de l'obtention du plus grand facteur de puissance possible; on sait que l'entrefer simple des moteurs asynchrones de bonne construction, d'une puissance d'une trentaine de poncelets est de l'ordre de 0,75 mm. Le moteur démarre seul dès la fermeture de l'interrupteur et atteint les 0,8 à 0,9 de sa vitesse de régime en 1 seconde environ; à partir de ce moment, l'accouplement centrifuge entre en jeu et entraîne progressivement le panier; durant cette période, le moteur électrique fonctionnant presque à sa vitesse de régime possède un rendement déjà élevé et l'énergie qui doit être inévitablement perdue pendant le démarrage est dissipée en plus grande partie dans la friction des sabots de l'accouplement. Grâce à cette situation, le dégagement de chaleur intéresse à un degré infiniment moindre le fonctionnement du moteur.

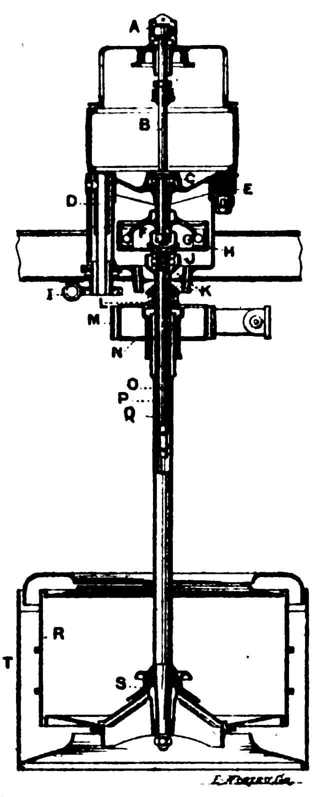


Fig. 9. — Turbine à sucre de Watson, Laidlaw et Cie. Coupe longitudinale.

La figure 9 montre le principe de construction et de montage des turbines du genre Weston construites par la maison *Watson, Laidlaw*, de Glasgow. L'ensemble du moteur est fixé à la charpente par un pivot creux et une vis de serrage; en desserrant celle-ci et agissant sur la vis sans fin fixée à la partie inférieure du pivot, on soulève le moteur et on le détache de son accouplement, après quoi on peut le faire tourner autour du pivot pour les démontages et l'entretien.

La *Sucrerie de Banteux* a installé aussi pour la dernière campagne une batterie de 6 turbines à paniers de 1,25 m

de ce système; l'étude et l'exécution des moteurs ont été confiées à la *Maison Breguet*.

La figure 10 représente l'ensemble d'une turbine avec son moteur; on y aperçoit le levier servant, suivant la position qui lui est donnée, à la mise en marche, à l'arrêt et au freinage uniquement mécanique.

Ce levier actionne un simple interrupteur tripolaire; il est manœuvré par le turbineur lui-même.

Les moteurs sont du système Boucherot genre γ, alimentés sous 210 volts par courants triphasés à 50 périodes par seconde.

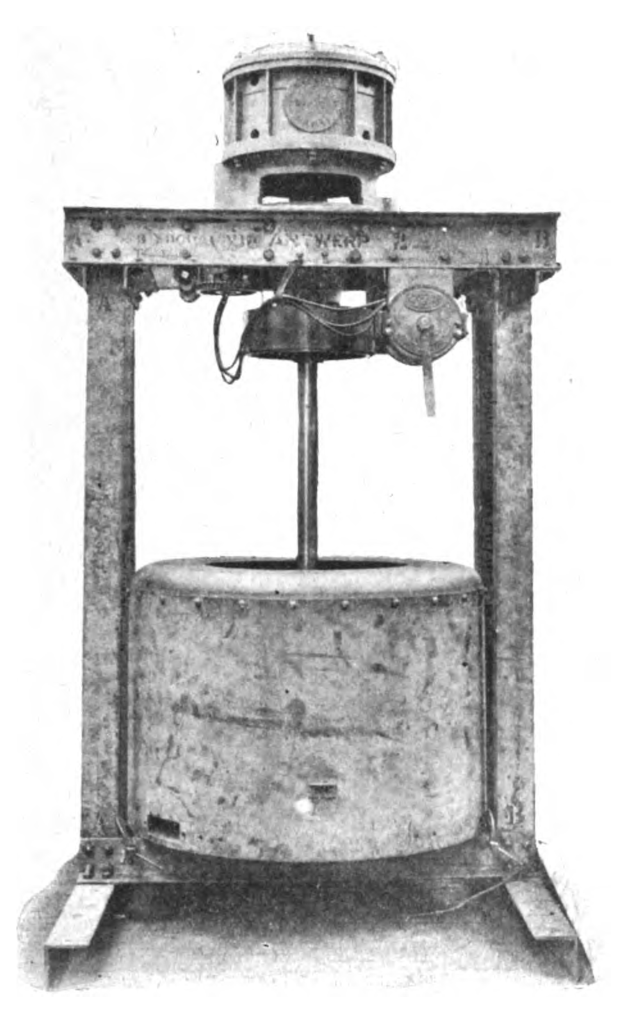


Fig. 10. — Turbine à sucre de Watson, Laidlaw et C[ie] avec moteur asyncrone Boucherot, genre γ.

La figure 11 indique les propriétés caractéristiques de ces moteurs dont l'une des courbes donne la valeur du couple développé par le rotor en poncelets par kilotours par minute, la puissance étant supposée ramenée à la vitesse du synchronisme à couple égal, en sorte que la puissance réellement développée est proportionnelle à l'ordonnée de la courbe en question multipliée par le rapport $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ où ω_2 est la vitesse angulaire du rotor en radians et ω_1 la pulsation du champ.

La courbe de rendement, tracée sur la même figure, se réfère au rendement du stator; les ordonnées ont pour valeur le quotient :

$$\frac{\text{Puissance fournie au rotor}}{\text{Puissance fournie au stator}};$$

c'est en quelque sorte la caractéristique du rendement du moteur au point de vue de la production du couple.

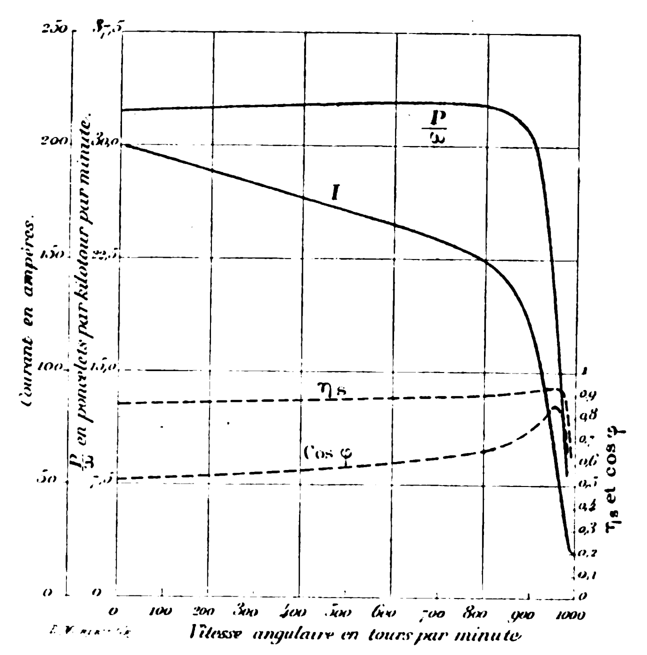


Fig. 11. — Caractéristique de fonctionnement d'un moteur triphasé de turbine (système Boucherot, genre γ).
210 volts, 50 périodes par seconde, 26 poncelets.

Les dimensions principales de ces moteurs sont les suivantes :

Stator :	
Diamètre des tôles extérieur, en mm	620
— intérieur, en mm	421,5
Largeur du paquet de tôles, en mm	150
Nombre d'encoches (de 9,5 × 39 mm)	72
Nombre de spires par phase	162
Couplage : étoile.	
Rotor :	
Diamètre extérieur, en mm	420
Nombre d'encoches et de barres de cuivre	48
Diamètre des barres en cuivre de la cage extérieure, en mm	12
Diamètre des barres en cuivre de la cage intérieure, en mm	6
Cercle en laiton de la cage intérieure, en mm	35 × 6

Les paniers ont 1,25 m de diamètre et la hauteur de toile filtrante est de 625 mm. La charge en masse cuite peut atteindre 400 kg produisant environ 170 kg de sucre blanc.

Dans le procédé de fabrication suivi dans cette sucrerie, le panier est d'abord démarré à vide et la charge de masse cuite envoyée seulement après la mise en vitesse de celui-ci; le moteur, une fois arrivé au voisinage du synchronisme, s'y maintient; mais l'admission assez brusque de la charge dans la turbine provoque un glissement de la friction et un ralentissement du panier.

Ce mode de démarrage est imposé par le désir d'avoir une masse turbinée aussi homogène que possible malgré la forte charge admise; pour qu'une si grande masse de liquide se répartisse suivant une épaisseur uniforme dans le panier, la pratique a montré, dans l'usine dont nous nous occupons, qu'il semblait préférable d'opérer la charge comme nous venons de le dire, malgré la dépense d'énergie et la perte de temps occasionnées par deux démarrages successifs du panier. L'épaisseur de la couche de sucre obtenue varie de 10 à 15 cm suivant la charge.

La figure 12 indique la variation de la vitesse angulaire du moteur et de la turbine, ainsi que celle de la puissance fournie au moteur durant un démarrage, d'après la moyenne d'un certain nombre d'opérations.

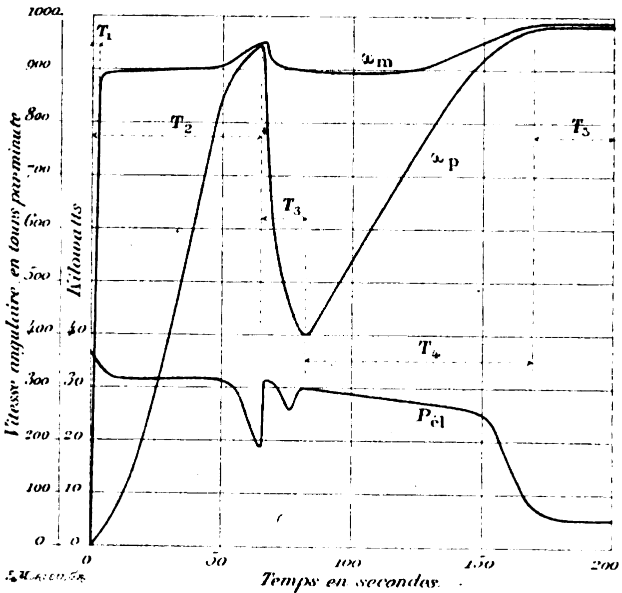


Fig. 12. — Démarrage d'une turbine. — Le panier est chargé après le démarrage.

ω_m, vitesse angulaire du moteur. — ω_p, vitesse angulaire du panier. — T_1 démarrage du moteur seul. — T_2, démarrage du panier à vide. — T_3, période de ralentissement du panier pendant la charge. — T_4, période d'accélération de la charge. — T_5, turbinage proprement dit.

L'intensité calculée au démarrage est de 200 A au maximum; mais, vu la durée très courte du démarrage du moteur seul, les appareils de mesure, n'ayant pas le temps d'atteindre leur régime, n'indiquent que 150 à 160 A. Au bout de 2 secondes, l'intensité tombe à 100-120 A et s'y maintient durant environ 50 secondes pour descendre brusquement vers 50 A lorsque, la friction cessant de glisser, le panier à vide atteint sa vitesse normale ou à peu près.

A ce moment, la masse cuite est chargée; l'intensité remonte durant 70 secondes vers 100 A, puis décroit progressivement, en 20 à 30 secondes, à 25 ou 30 A, valeur qui se maintient pendant le turbinage proprement dit jusqu'à la fin du travail.

Ces valeurs de l'intensité ne sont fournies ici qu'à titre d'indication approximative, vu les variations qui se produisent d'une opération à l'autre suivant l'importance de la charge de masse cuite dont le jaugeage est laissé à l'appréciation du turbineur; l'état des sabots de la friction influe également sur la durée du démarrage et la puissance instantanée absorbée à chaque instant. On doit, de plus, tenir compte que les relevés effectués en marche industrielle sont affectés aussi par les irrégularités légères inhérentes à la fabrication, lesquelles se manifestent par la répartition plus ou moins constante des phases du turbinage : moment d'envoi de la charge, durée de celle-ci, commencement du clairçage, durée du turbinage, etc.

La courbe des puissances de la figure 12 doit être considérée sous les mêmes réserves. On y voit ainsi que la puissance moyenne fournie au moteur durant le démarrage, y compris la mise en vitesse de la charge jusqu'à 950 t : m, et pendant 150 secondes est d'à peu près 30 kilowatts; le rendement du moteur, dans ces conditions, est, en moyenne, égal à 0,85.

Entre 950 et 980 t : m, la puissance moyenne fournie au moteur n'est plus que de 15 kilowatts environ et le rendement moyen de 0,80. Le facteur de puissance moyen est égal à 0,80; il est un peu supérieur à 0,5 au début du démarrage. Enfin, quand la turbine est en pleine vitesse (990 t : m environ au moteur) durant le turbinage proprement dit, la puissance fournie au moteur n'excède pas 5 kw et la puissance utile disponible sur l'arbre est de 4 poncelets avec un facteur de puissance d'environ 0,6.

Au point de vue de la dépense d'énergie durant le démarrage, on trouve que l'énergie totale fournie au moteur en 170 secondes, est de 3800 kilojoules pour une énergie utile sur l'arbre de 3300 kilojoules, ce qui correspond à un rendement moyen en énergie de

$$\frac{3300}{3800} = 0,87.$$

Lorsque les conditions de la fabrication ne conduisent pas à admettre une si grande épaisseur de sucre, le mode de chargement diffère du précédent; les constructeurs de turbines recommandent plutôt de ne pas rechercher une épaisseur trop grande au détriment de la qualité du produit, afin que l'expulsion des égouts — le filtrage — se fasse uniformément à travers toute la masse, circonstance favorable à l'obtention d'un sucre blanc homogène. On se contente ordinairement d'une couche de sucre de 8 à 10 cm. La masse cuite est alors envoyée progressivement dans le panier dès le début du démarrage.

Les courbes I et II de la figure 13 indiquent les variations approximatives de la vitesse en ce cas.

On pourra, avec intérêt, rapprocher les chiffres qui précèdent de ceux obtenus dans un autre établissement (sucrerie d'Aconin) dans le cas de turbines de 1,07 m chargeant 290 kg de masse cuite et fournissant 112 kg de sucre par opération, la vitesse étant de 1000 t : m environ; le démarrage est toutefois opéré avec le panier chargé progressivement, comme il vient d'être expliqué à propos de la figure 13.

La durée d'une opération est de 8 1/2 à 9 minutes se décomposant ainsi :

Chargement	30 secondes.
Mise en vitesse et marche sans clairçage	175 —
Clairçage à l'eau	65 —
Intervalle	10 —
Clairçage à la vapeur	30 —
Arrêt et freinage	80 —
Vidange	120 —
Total	530 secondes.

Ces divers temps peuvent être modifiés soit en économisant sur la durée du démarrage grâce à l'emploi d'un moteur à couple plus élevé, soit en adoptant un traite-

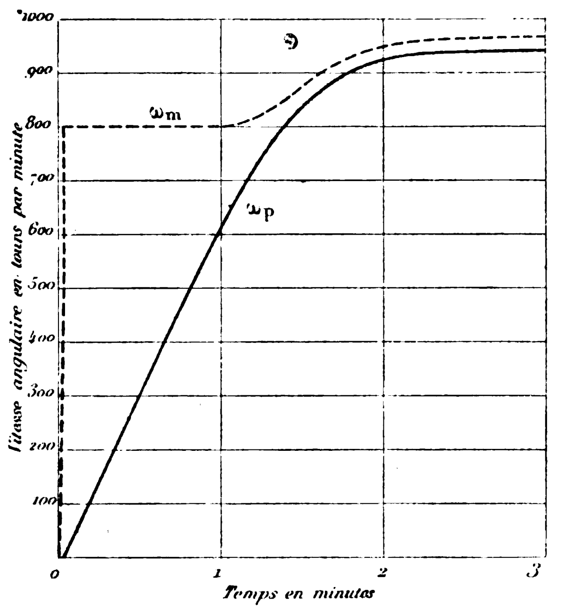


Fig. 13. — Démarrage d'une turbine. — Le panier est chargé avant le démarrage.

ω_m, vitesse angulaire du moteur. — ω_p, vitesse angulaire du panier.

ment qui permette de réduire la durée du turbinage; on peut ainsi avec les mêmes turbines de 1,25 m ramener le cycle complet à une durée totale de 5 à 6 minutes.

Encore une fois la durée du cycle, la marche des opérations, la charge à admettre, sont des éléments très élastiques que l'appréciation judicieuse de l'industriel peut seule régler au mieux des intérêts du prix de revient global. Le choix du moteur et le mode opératoire sont donc à déterminer, chaque fois, suivant les conditions d'espèce et sont liés à l'étude générale et approfondie de la production de l'usine.

Conclusion. — La revue sommaire que nous venons de parcourir montre suffisamment combien l'adaptation des moteurs Boucherot est appropriée aux besoins des sucreries; on peut dire que tous les problèmes susceptibles de se présenter peuvent être résolus, grâce à leur emploi, avec le matériel le plus simple et le plus robuste, sans appareillage accessoire compliqué. E.-J. BRUNSWICK.

LA LAMPE AU MERCURE

A COURANT ALTERNATIF SIMPLE

DE M. COOPER HEWITT

L'année dernière, M. Maurice Leblanc a exposé d'une façon magistrale, dans nos colonnes [1], les essais de M. Cooper Hewitt sur les lampes à vapeur de mercure; nous y reviendrons aujourd'hui pour décrire une nouvelle lampe n'exigeant plus l'emploi du courant continu comme les précédentes : cet appareil utilise en effet le courant alternatif de nos distributions d'énergie.

En réalité, comme on va le voir, cette lampe est elle-même un vrai redresseur, le courant dans le tube à vide ayant toujours le même sens, elle puise dans un transformateur spécial alternativement les deux demi-ondes favorables à son fonctionnement. Cette lampe, présentée dernièrement à la Société française de physique et à la Société internationale des Électriciens, se compose : 1° d'un support avec ses accessoires, c'est-à-dire un transformateur, une bobine de self et un rhéostat de réglage; 2° la lampe elle-même, qui est munie d'une électrode négative, de deux électrodes positives et d'une électrode positive auxiliaire.

Le rôle du transformateur a déjà été décrit en même temps que le redresseur à courant alternatif. Il permet d'obtenir une tension appropriée aux bornes de la lampe et d'utiliser les deux demi-ondes alternatives. L'emploi de ce transformateur permet d'alimenter les lampes avec la tension qu'on désire et les inventeurs pensent qu'on pourra obtenir dans l'avenir des lampes branchées sur un circuit à 1000 volts et même davantage.

La bobine de self qui est en circuit avec la lampe sert à prévenir la rupture du courant à travers celle-ci, en franchissant les points inférieurs de la courbe du courant ondulatoire qui sort du tranformateur.

Le rhéostat présente une disposition nouvelle de l'appareillage. On a adopté pour la résistance le principe imaginé par M. Potter, en usage avec les lampes Nernst. Ce rhéostat est constitué par un fil de fer fin plongé dans une atmosphère d'hydrogène à l'intérieur d'une ampoule fermée. Ainsi qu'on le sait, le fer ainsi employé a un coefficient de température extrêmement élevé, c'est-à-dire que sa résistance augmente énormément lorsque la température s'élève (fig. 1). Avec un tel rhéostat, le courant qui passe à travers la lampe se régularise donc automatiquement.

La mise en marche de la lampe est identique à celle employée pour la marche des lampes à courant continu. Le balancement de la lampe produit à l'intérieur du tube un court-circuit entre le pôle positif, qui plonge dans le mercure du pôle négatif. Pour que la lampe se

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 322 du 25 mai 1905, p. 225.

mette en marche, cette interruption doit avoir lieu au moment où l'électrode positive en question est réellement sous l'action d'une onde positive; il faut donc en quelque sorte mettre la lampe en phase avec le courant qui l'alimente ; il y a donc quelquefois lieu de basculer plusieurs fois avant que la lampe s'amorce.

Pour des raisons de construction, il n'est pas possible de laisser produire ce court-circuit entre l'électrode

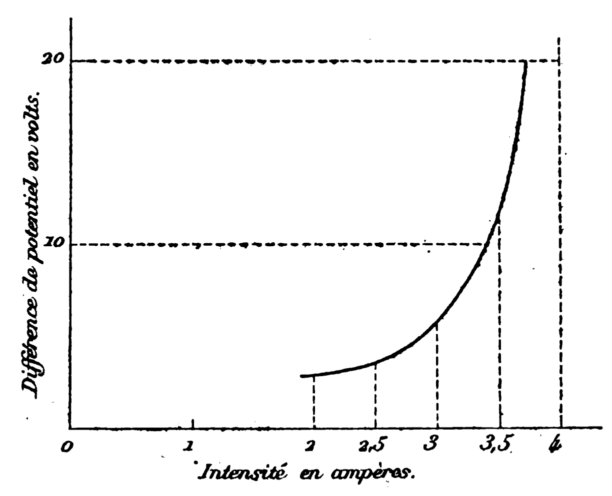


Fig. 1. — Courbe de la variation de la différence de potentiel aux bornes d'une résistance en fil de fer en fonction de l'intensité du courant qui la traverse.

négative et une des deux électrodes positives de marche, les inventeurs ont jugé préférable d'employer une électrode auxiliaire qui laisse passer le courant au moment de l'allumage. Elle est en connexion directe avec une des électrodes positives de marche, mais, comme elle est associée à un rhéostat de grande résistance, le courant normal de la lampe ne la traverse plus pendant le fonctionnement.

Il existe actuellement deux types à courant continu : le type K, dans lequel la tension entre les bornes propre-

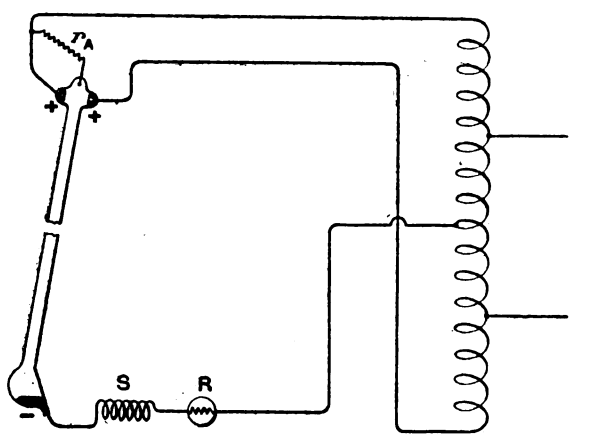


Fig. 2. — Schéma du montage de la lampe Cooper Hewitt à courant alternatif simple.

ment dites est de 75 volts, et le type H, dans lequel cette tension est de 40 volts. En partant de ces chiffres, on a adopté pour le courant alternatif un modèle dans lequel la longueur du tube est de 70 cm environ. La tension de fonctionnement de cette lampe est d'environ 50 volts en courant continu; cette tension est naturellement indépendante de la tension du réseau puisqu'on est maître de la modifier à volonté de façon à avoir aux bornes de la lampe la tension qu'on désire. La figure 2 montre les connexions de la lampe avec ses accessoires.

D'après les essais de laboratoire, on a les tensions suivantes aux différents points de l'appareil dans les conditions normales :

Tension du réseau, en volts	110
— aux bornes du tube	50
— — du rhéostat.	12
Entre les électrodes positives	172
Intensité du courant, en ampères	3,5
Puissance apparente, en watts.	330
— réelle, en watts	272

On voit que le facteur de puissance est de 0,8 à 0,85.

La lampe elle-même est indépendante de la fréquence, mais les accessoires sont établis suivant la fréquence du réseau.

A. Soulier.

NOUVEAUX PYROMÈTRES THERMO-ÉLECTRIQUES
INDUSTRIELS

De toutes les méthodes précises employées pour la mesure des températures, une des plus simples est celle proposée par M. Le Chatelier. Il suffit en effet de plonger une extrémité d'un couple thermo-électrique dans une enceinte à mesurer pour qu'un galvanomètre relié à l'autre extrémité donne par sa dérivation une évaluation directe de la température.

On a eu recours jusqu'ici à l'emploi de galvanomètres à suspension, instruments délicats et de transport difficile, leur emploi étant rendu nécessaire par la faiblesse de la force électromotrice développée par le couple aux plus hautes températures.

Pour exemple, il suffit de rappeler que le couple fer-constantan, un de ceux dont le pouvoir thermo-électrique est le plus élevé, ne donne que 55 millivolts environ pour une différence de température de 1000° entre ses extrémités.

MM. Chauvin et Arnoux ont eu l'idée d'appliquer leurs galvanomètres à pivots, du type apériodique à cadre mobile, donnant la déviation totale pour une différence de potentiel U très faible à ses bornes, galvanomètre d'une résistance intérieure R suffisamment faible pour que la puissance $\frac{U^2}{R}$ dépensée dans le galvanomètre assure justement cette déviation totale.

La sensibilité de cet appareil est due à l'emploi d'un champ magnétique très intense dans lequel se déplace le cadre mobile, et l'apériodicité est due au déplacement

dans ce même champ magnétique d'un amortisseur électromagnétique entourant le cadre mobile (fig. 1).

L'aimant est muni d'un shunt magnétique permettant un réglage particulier dont il sera parlé plus loin.

Quant à la faible résistance du circuit galvanométrique, elle est obtenue grâce au mode de construction du cadre mobile, l'enroulement en très gros fil est maintenu entre 2 bagues de cuivre électrolytique formant amortisseur, les spiraux sont en bronze de haute conductibilité.

La faible résistance du circuit galvanométrique conduit à donner au couple une résistance de même ordre.

Cette circonstance est heureuse, car elle a pu permettre l'emploi d'un couple au fer pour les températures élevées : le fer, le palladium, le nickel et leurs alliages ont

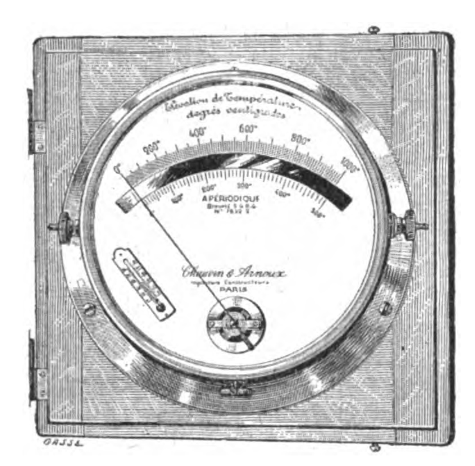


Fig. 1. — Galvanomètre.

jusqu'ici été rejetés comme impropres à la mesure des températures élevées, parce que, chauffés en certains de leurs points, ils donnaient des courants parasites; cependant le fer ne donne pas d'irrégularités sensibles au galvanomètre lorsqu'il est employé en masses dont l'homogénéité est suffisante et dont la résistance électrique est négligeable dans la résistance totale du circuit.

Il est vrai que cette disposition fait perdre l'avantage de la petitesse du corps thermo-électrique, mais ce qui serait un obstacle pour certains essais de laboratoire n'en est pas un dans la pratique, car on agit toujours sur des foyers vastes ou des masses considérables.

La canne pyrométrique de 0 à 1000° (fig. 2) se compose d'un tube de fer de 14 mm de diamètre extérieur, à parois épaisses, à l'intérieur duquel un fil d'alliage de cuivre, nickel et manganèse, que nous appellerons alliage CA est tendu et isolé à l'amiante.

La poignée porte les connexions des extrémités du fer et de l'alliage, constituant l'extrémité froide du couple.

La soudure des couples thermo-électriques est un point particulièrement important, car la moindre variation de la valeur de résistance au contact peut amener des perturbations dans le fonctionnement de l'appareil. MM. Chauvin et Arnoux sont parvenus cependant à obtenir la soudure parfaite du fer et du fil par la soudure électrique en atmosphère réductrice, sans employer aucune brasure.

La coupe de l'extrémité du couple est une preuve de l'excellence de la jonction.

L'emploi de cette canne est simple : L'extrémité du couple étant plongée dans l'enceinte dont on veut connaître la température et les deux connections de l'extrémité froide reliées au galvanomètre par deux cordons souples, on lit sur le galvanomètre gradué en élévation de température l'indication de l'aiguille.

L'appareil étant gradué en degrés centigrades, il suffit d'ajouter à la lecture la valeur de la température de la soudure froide lue sur le thermomètre que porte la poignée du couple, pour avoir la température en valeur absolue.

La canne de fer alliage CA, dont l'emploi jusqu'aux températures voisines de 1000° est permis, grâce à la protection du fil d'alliage par le tube de fer, ne peut pas être employée pour les températures supérieures, et dans ces cas, l'emploi des couples au platine étudiés par M. Le Chatelier s'impose. Mais ici on se heurte à deux causes tendant à prohiber leur emploi avec le type de galvanomètre précédemment décrit.

En premier lieu, l'obligation d'employer des couples de forte section conduit à un prix exagéré.

En second lieu, la force électromotice maxima dont on dispose, même en employant le couple platine iridié à 25 pour 100, est de 30 millivolts, ce qui conduit à l'emploi de couples d'autant moins résistants et partant de plus grosse section.

Un type de canne jouissant des mêmes avantages que la précédente a été construit et établi par MM. Chauvin et Arnoux de façon à ne comporter qu'une faible longueur de fil de platine de gros diamètre, ce qui réunit l'avantage d'un prix peu élevé à celui d'une résistance considérable aux actions corrosives.

Cette disposition consiste à mesurer la différence de température en deux fois.

Le couple au platine est relié en série avec un couple de fer et alliage CA, dont la soudure chaude est placée au même point que l'extrémité froide du couple au platine.

Comme ce dernier couple donne une force électromotrice beaucoup plus élevée que le couple au platine, on le shunte de façon à avoir la même différence de potentiel aux extrémités du shunt, pour une même différence de température.

Ce shuntage réduit la résistance totale et permet l'emploi de cannes de grande longueur.

Il est aisé de voir qu'avec cette disposition, la force électromotrice qui fait dévier le galvanomètre provient de deux sources :

1° La couple au platine qui donne une force électromotrice

$$e = f(\Theta - \theta)$$

2° Le couple fer-constantan pour lequel on a :

$$e' = f'(\theta - \theta')$$

Θ étant la température à mesurer;

θ la température commune à la soudure froide du couple au platine et à la soudure chaude du couple fer-alliage CA;

θ' la température extérieure.

Il est possible d'obtenir un couple fer et alliage voisin du constantan qui, une fois shunté, donne une courbe exactement superposable à celle du couple au platine pour les températures comprises entre t et θ, de sorte que finalement on obtient le même résultat qu'avec un couple au platine, ayant toute la longueur de la canne, et qui donnerait une force électromotrice

$$E = e + e' = f(\theta - \theta').$$

Il est intéressant de signaler pour la rigueur de ce qui précède que la valeur de la résistance R_2 du shunt du couple de compensation dépend uniquement de la résistance R_1 de ce couple et du rapport k de leurs pouvoirs thermo-électriques qui sont des constantes, et reste indépendante des variations de résistance du circuit extérieur.

Il suffit, en effet, d'écrire les trois équations de Kirchoff pour les deux circuits formés par chacun des couples et d'écrire que l'intensité traversant le galvanomètre est la même que dans le cas d'un couple unique au platine pour trouver la condition

$$e'[R_1 + R_2(1 - k)] = 0$$

e' étant la f. é. m. pour une élévation $\theta . t$ du couple au platine.

Si $e' = 0$ la condition est évidente.

Si $e' \pm 0$ on a $R_2 = \frac{R_1}{k - 1}$ qui justifie l'énoncé précédent.

Description. — L'un des fils passe au travers d'un tube en porcelaine Marquardt (fig. 3), et l'ensemble des deux fils et de ce tube est recouvert par un deuxième tube beaucoup plus large, fermé par le bout et portant une embase à la partie inférieure. Cette embase est serrée par une pièce en fonte par l'intermédiaire de rondelles d'amiante et d'un écrou en fer.

Un tube de fer fermé qui vient se monter sur la pièce en fonte, du même côté que les tubes en porcelaine, permet de protéger le couple et la porcelaine pour le transport et les mesures aux températures moyennes.

De l'autre côté de la pièce en fonte est vissé un tube de fer de 80 cm de long, qui aboutit à la poignée. A l'intérieur de ce tube passent deux fils de cuivre guipés d'amiante, brasés au couple au platine et un fil d'alliage CA brasé au tube de fer à la hauteur de l'extrémité froide du couple au platine.

Ces trois fils viennent se relier aux trois barrettes en cuivre fixées dans la poignée. Le tube en fer est vissé sur la poignée par l'intermédiaire d'une pièce en cuivre reliée d'une part directement à un des fils provenant du couple au platine et de l'autre au fil alliage CA par l'intermédiaire d'une résistance servant de shunt.

La poignée porte un thermomètre qui donne la température de la soudure froide du couple de compensation.

Cette température doit être ajoutée à celle lue sur le cadran pour avoir la température exacte à l'extrémité.

Enfin, de la poignée partent deux fils qui se rendent au galvanomètre gradué en élévation de température.

Le manchon en fer qui se visse à l'extrémité supérieure doit être conservé toutes les fois que la tempéra-

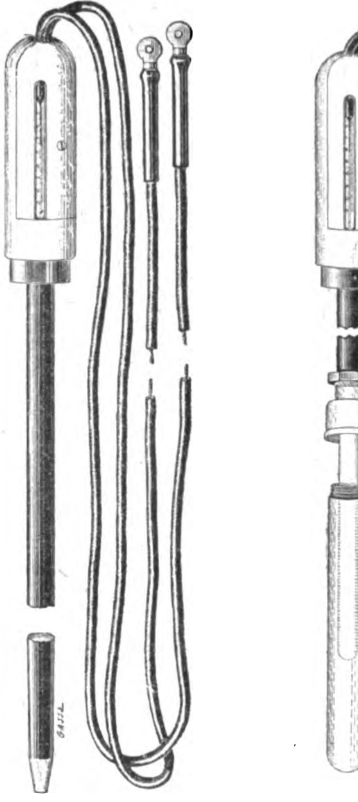






Fig. 2. — Canne à 1000°.

Fig. 3. — Canne à 1600°.

ture n'est pas trop élevée. Il protège la porcelaine contre les chocs et les variations de température trop brusques.

Lorsque la température est trop élevée, on enlève le manchon en fer. Il faut avoir alors la précaution de chauffer lentement la porcelaine avant de l'introduire dans l'enceinte à haute température.

Cette canne peut servir à la mesure des températures de coulées pour lesquelles il est nécessaire d'avoir une température bien déterminée. Le creuset étant sorti du four, on y plonge la canne et on laisse la température descendre jusqu'à la valeur jugée nécessaire pour la coulée.

Elle sert aussi avantageusement dans tous les cas où il suffit de plonger une faible longueur de canne dans l'enceinte à haute température, mais il est utile dans ce cas d'obturer complètement l'orifice pratiqué dans la paroi pour l'introduction du couple, de façon à éviter l'appel d'air froid le long de la canne.

Une solution assez simple lorsqu'on fait cette expé-

rience sur le ciel du four est d'introduire un creuset dans un orifice pratiqué dans la paroi. La canne placée alors dans ce creuset est entourée de magnésie.

Ce modèle de canne robuste et industriel peut sans crainte être mis dans les mains de contremaîtres ou d'ouvriers, la manipulation très simple ne nécessitant aucune connaissance spéciale. Il trouve son application dans toutes les industries qui emploient des fours à haute température, telles que les aciéries, foyers, fonderies,

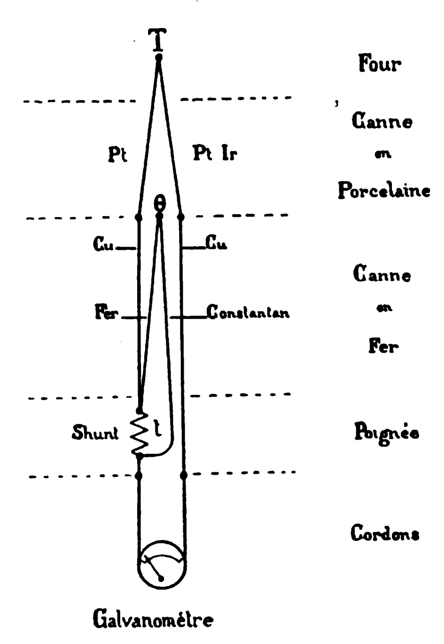


Fig. 4. — Schéma du montage de la canne à 1600°.

ateliers de coulage et de trempe, porcelaineries, fabriques de produits chimiques, etc...

Le gros diamètre de fil de platine employé assure à l'appareil une résistance très grande aux actions mécaniques et aux actions chimiques et permet un long usage de l'appareil sans détérioration.

Corrections. — 1° L'emploi de pyromètres ainsi conçus se heurtait à un assez gros inconvénient dans la pratique.

Une partie importante de la résistance est représentée par le cadre galvanométrique, les spiraux et les connexions en fil de cuivre. Ces résistances variant avec la température entraînent pour la résistance totale du circuit une variation voisine de $\frac{1}{400}$ de sa valeur, pour une élévation de 1° de la température ambiante. Les galvanomètres étant étalonnés à 15° et pouvant être appelés à fonctionner dans des conditions de température extrêmement variable, il est nécessaire d'apporter une correction aux lectures.

Cette correction est obtenue immédiatement par l'emploi d'un shunt magnétique réglable, comme on va le voir.

La déviation δ du galvanomètre est proportionnelle au produit des flux de l'aimant Φ_A et du cadre mobile Φ_C :

$$\delta = k\Phi_A\Phi_C.$$

Or, Φ_C est proportionnel à la f. é. m. à mesurer et inversement proportionnel à la résistance du circuit :

$$\Phi_C = k' \frac{e}{R_{15}[1 + \alpha(\theta' - 15)]}.$$

Si R_{15} est la résistance à 15°, α le coefficient de température du circuit et t la valeur de la température ambiante :

$$\delta = kk' \frac{e}{R_{15}[1 + \alpha(\theta' - 15)]} \Phi_A.$$

Φ_A ne variant pas dans les limites de température ordinaires, on voit que pour avoir une même déviation pour une même f. é. m. e, il suffit de faire varier le flux Φ_A proportionnellement à la variation de résistance du circuit.

On fait varier la valeur du flux magnétique à travers le cadre par l'emploi d'une plaquette de fer doux qu'on approche plus ou moins des pôles de l'aimant.

Son mouvement est commandé par une vis à tambour divisé en degrés centigrades, il suffit de lire la température sur le thermomètre placé sur le cadran et d'amener le tambour vis-à-vis du repère correspondant pour obtenir une correction parfaite.

2° Enfin, reste la variation de résistance du couple avec la température. Suivant qu'une longueur plus ou

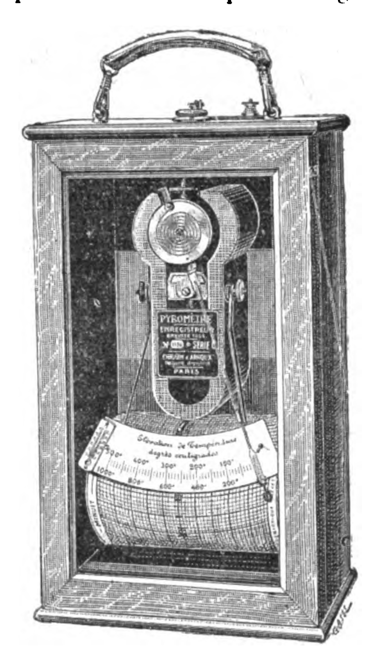


Fig. 5. — Enregistreur de température.

moins grande du couple est plongée dans le foyer, les indications du galvanomètre tendent à varier du fait de la variation de la résistance totale.

En ce qui concerne la canne à 1000° il suffit de rappeler que la résistance du fer représente environ 0,0001 de la résistance totale et que l'alliage CA a un coefficient de température sensiblement nul.

Quant au double couple pour 1600°, celui de compensation ne varie pas avec la température. Reste le couple au platine dont la résistance varie.

Si la totalité du couple est à la même température, la graduation tient compte de sa variation de résistance, mais la longueur du couple plongée dans l'enceinte peut varier et la résistance dépend de la température de ses différents points.

On suppose, en graduant l'appareil, que l'ensemble du couple au platine est à une température moitié de ses extrémités.

La résistance du couple représentant environ 0,05 de la résistance totale, l'erreur ne porte que sur cette fraction et l'appareil ainsi gradué ne donne de ce fait qu'une erreur maxima de l'ordre du degré centigrade dans les cas les plus défavorables.

En terminant, nous devons dire que le modèle rendu enregistreur (fig. 5) a été réalisé en employant un enroulement en lames sur le cadre galvanométrique.

L'enregistreur est du type de tableau de distribution, modèle apériodique à cadre mobile muni d'une plume molette traçant le diagramme par roulement.

Le couple se présente sous le même aspect extérieur, seul le fil intérieur a été augmenté de section.

Enfin, le couple antagoniste dont la valeur dans les appareils cadran atteint 500 à 5000 fois celle des galvanomètres sensibles est suffisant pour assurer le fonctionnement d'un signal d'alarme par un simple contact donné par l'aiguille indicatrice sans recourir à l'emploi de relais. A. S.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

L'électrolyse des tuyaux de gaz et d'eau. — L'établissement de tramways électriques dans Londres et ses environs aussi bien que dans beaucoup d'autres grandes villes a causé de sérieux dommages aux compagnies de gaz et d'eau, aussi les autorités locales ont-elles invité les constructeurs de lignes de tramways de prendre des précautions spéciales pour empêcher toute action électrolytique. Au cours d'une discussion sur une communication sur la distribution de gaz à haute pression récemment lue devant l'*American Gas Light Association*, on a fait des observations intéressantes quant à l'électrolyse des tuyaux à gaz due aux courants vagabonds provenant d'un chemin de fer électrique à trolley situé dans le voisinage.

La station centrale de ce chemin de fer est située vers le milieu d'une canalisation de tuyaux de 9,5 km, le tuyau a été connecté au rail à ce point en cinq endroits.

Dernièrement 175 m de tuyaux furent mis à jour en face de la station centrale. On trouva qu'une portion de tuyau avait 27 cavités, et trois autres portions avaient tant de cavités qu'elles tombaient en morceaux. Autrefois il y avait des joints isolés dans la ligne de tuyaux tous les 160 m, mais la conductibilité du tuyau fut récemment rétablie. L'expérience montre donc qu'il vaut mieux que les tuyaux soient pourvus de jonctions isolées et que les rails soient reliés aux tuyaux partout où c'est possible. En somme, les jonctions isolées n'évitent pas les détériorations et la meilleure méthode paraît être de lier entre elles les jonctions des tuyaux.

Nouvelle automobile à pétrole pour chemins de fer. — L'emploi de voitures automotrices sur les chemins de fer pour faire le trafic local, et servir d'auxiliaires aux lignes principales, a augmenté énormément ces derniers trois ans, on sait que quelques-uns des meilleurs types de ces wagons ont été construits en Angleterre. En Amérique il y a également un nouveau système de ce genre qui a donné grande satisfaction.

Le moteur est une machine à pétrole directement accouplée à une dynamo, l'énergie électrique produite est transmise à des moteurs fixés sur les essieux en passant par une batterie tampon. La machine est du type à quatre temps, elle a six cylindres montés en deux groupes dont les manivelles sont calées à 90°. Le combustible est normalement du pétrole, mais on peut employer l'huile lourde, l'alcool ou même l'huile brute si c'est nécessaire, car on peut faire fonctionner le vaporisateur pour chacun de ces combustibles. Le refroidissement est obtenu par une circulation d'eau provenant d'un réservoir situé au milieu du wagon. En hiver le wagon est chauffé par l'eau de refroidissement, en été la circulation se fait sur le toit dans un radiateur. La dynamo fournit du courant à 250 volts, elle est à 4 pôles, sa puissance est de 50 kw, et la vitesse normale est de 400 t : m. Il y a deux moteurs d'une puissance de 50 chevaux. La batterie est composée de 112 éléments d'une capacité de 200 A-h, qui donne une tension à peu près la même que celle de la génératrice.

Quand le wagon démarre, la batterie répond à la demande des moteurs en fournissant l'énergie nécessaire. Lorsqu'on atteint la pleine vitesse, les tensions s'équilibrent exactement, la batterie devient inactive; et lorsque le wagon ne demande pas d'énergie, la batterie absorbe l'excédent. La difficulté du réglage des machines à pétrole se trouve bien diminuée, car la charge sur la machine est à peu près constante à tous moments. On réalise aussi de cette manière quelques économies de poids, parce qu'il est seulement nécessaire que la machine soit prévue pour la charge moyenne au lieu de la charge maxima.

La plus grande vitesse du véhicule est de 80 km : h. La consommation moyenne de pétrole est de 2 litres par chaque 1,6 km, et comme la capacité du réservoir est de 500 litres, le rayon d'action est de 560 km. La méthode de transmettre l'énergie de la machine aux roues par l'intervention d'un générateur et de moteurs, quoi qu'elle paraisse très détournée est assez élastique, et si efficace que ses avantages font plus que compenser la complication.

L'avenir de la machine à gaz. — Une lettre reçue de MM. Ehrhardt et Lehmer, de Saarbrucken, donne une

idée de la façon dont les ingénieurs allemands traitent la machine à gaz. « Ici on regarde la machine à gaz comme une machine très avantageuse, disent-ils, parce qu'elle réalise une économie de près de 60 pour 100 en combustible en comparaison avec la machine à vapeur, on trouve même qu'elle a remplacé presque entièrement la machine à vapeur dans toutes les usines modernes, placées près de fours à coke. Un grand avantage de ces installations, en comparaison avec l'installation à vapeur, est l'absence entière de toute fumée; et on sait que cette question de la fumée est très importante dans les grandes villes. Une bonne machine à gaz du modèle le plus récent consomme 2000 à 2300 calories par cheval et par heure. Aujourd'hui on emploie des machines à gaz partout où il y avait autrefois des machines à vapeur, par exemple pour l'actionnement des dynamos à courant continu et alternatif. Les usines pourvues de hauts fourneaux en font un grand emploi. Le seul avantage de la machine à vapeur, presque impossible à obtenir de la machine à gaz, est le renversement rapide de la marche. Néanmoins cet inconvénient n'a pas l'importance d'autrefois, à cause de ce qu'on commence à actionner les installations par des moteurs électriques réversibles dont l'énergie est empruntée à de grandes machines à gaz. C'est sûrement le développement des machines actionnées par l'électricité dans les grandes usines qui donnera une vogue plus grande aux machines à gaz en concurrence avec la machine à vapeur d'autrefois. »

Un autre ingénieur écrit : « L'installation à vapeur la mieux étudiée doit donner un cheval indiqué par 0,66 kg de charbon avec 300° de surchauffe, mais la plupart des machines à vapeur consomment de 2 à 4 kg de charbon par cheval-heure, tandis qu'avec le gaz pauvre la consommation ne paraît être que de 0,33 kg par cheval-heure. Il est important aussi de noter que la chaleur emportée par les gaz brûlés, est environ d'un tiers de toute la chaleur produite par la machine et que dans les grandes machines, on peut utiliser cette chaleur. On peut même relier l'échappement de la machine, aussi près du cylindre qu'il est possible à une chaudière à vapeur étudiée spécialement dans ce but, comme celles que fabriquent MM. Andrew Barclay, de Kilmarnock. Elles fourniront la vapeur à la pression nécessaire en utilisant les gaz d'échappement seulement. Elle fonctionne silencieusement et elle économise beaucoup le combustible. »

Les condenseurs des turbines à vapeur. — Une nouvelle forme de condenseur vient d'être réalisée par M. Allen, de Bedford. Ce nouvel appareil a la forme d'un bâti de turbine Curtis, la turbine étant montée directement sur la partie supérieure ouverte du condensateur, de sorte qu'il n'y a aucun joint qui puisse rendre une arrivée d'air possible.

La forme est celle d'un condenseur à surface avec tuyaux à ailettes formant deux réseaux de tuyaux d'un diamètre extérieur de 2 cm, disposés pour une double circulation d'eau. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 30 avril 1906.

Galvanomètre à cadre mobile pour courants alternatifs. — Note de M. Henri Abraham. — On peut mesurer des courants alternatifs de l'ordre du centième de micro-ampère avec un galvanomètre à cadre mobile dont le champ magnétique est créé par un électro-aimant excité par un courant alternatif de même fréquence. Pour les mesures très délicates, il peut être bon d'actionner cet électro-aimant au moyen d'un petit transformateur auxiliaire bien isolé.

Description de l'appareil. — L'appareil a été réalisé avec la collaboration de M. J. Carpentier, et nous avons aussi entrepris la construction d'un modèle moins sensible destiné à diverses mesures industrielles.

La disposition générale est celle d'un galvanomètre d'Arsonval ordinaire. L'électro-aimant, en forme de couronne horizontale, est à pôles saillants intérieurs. Entre ces deux pôles se trouve placé le noyau de fer cylindrique, également feuilleté. Les différentes parties de l'appareil sont isolées à l'ébonite.

Les fuites magnétiques de l'électro-aimant alternatif induisent dans les pièces métalliques fixes de l'appareil des courants qui tendent à réagir sur le circuit du cadre. S'il y a quelque dissymétrie dans la construction, le cadre mobile sera donc légèrement entraîné d'un côté ou de l'autre comme dans un champ tournant. On ne peut pas faire qu'il n'y ait aucune dissymétrie, mais il est facile de supprimer, une fois pour toutes, l'effet d'entraînement dont il vient d'être question, en plaçant dans l'entrefer une petite lame de métal convenablement orientée.

Couple directeur électrique. Sa suppression. — L'électro-aimant étant excité, si l'on ferme le circuit du galvanomètre sur une résistance faible, on voit le cadre mobile se fixer violemment dans la position où il n'est traversé par aucun flux. Si on l'écarte de cette position, il y est ramené par un couple directeur puissant qui s'ajoute au couple de torsion du fil. Il semble donc que la sensibilité de l'appareil doive se trouver énormément réduite.

Ce couple directeur provient du courant induit dans le cadre par le flux alternatif. Si ce courant était exactement en quadrature avec le champ, il ne produirait aucune déviation; le couple observé est dû au retard de phase que la self-induction du cadre impose au courant. Pour faire disparaître le couple, il n'y a qu'à faire disparaître le retard de phase.

Or, ceci est facile à obtenir. On met *en série* avec le cadre mobile une capacité shuntée par une résistance réglable. Cette deuxième partie du circuit avance la phase du courant, et, pour une valeur convenable de la résistance, en fait disparaître le retard de phase et, en même temps, le couple directeur.

On peut remarquer que la compensation est ainsi faite

une fois pour toutes, et que le circuit du cadre mobile, suivi de la capacité shuntée, n'intervient plus que par sa résistance [1].

Sensibilité obtenue. — Le cadre mobile a, par exemple, une résistance de 200 ohms et une période d'oscillation de 10 secondes. La compensation du couple directeur est obtenue par la mise en circuit de un demi-microfarad shunté par une résistance de 330 ohms. Le galvanomètre, fermé sur une résistance de 2000 ohms, est apériodique et son zéro est stable, à moins de un demi-millimètre près, l'échelle étant à un mètre de l'appareil. Dans ces conditions, la sensibilité est de 275 millimètres par micro-ampère.

Remarque. — Lorsque l'on fait le réglage de la compensation du couple directeur électrique, il peut être intéressant d'exagérer l'action de la capacité de réglage, de manière à mettre le courant induit dans le cadre en avance sur la force électro-motrice. Au lieu d'un couple directeur, on a alors un couple d'instabilité qui se retranche du couple de torsion du fil, et l'on arrive à ce résultat paradoxal d'obtenir une sensibilité plus grande que ne le comporte la torsion du fil.

Dans l'expérience précédente, par exemple, si l'on porte de 330 à 340 ohms la résistance qui shunte la capacité compensatrice, la sensibilité atteint 400 millimètres par micro-ampère.

[1] Une capacité C shuntée par une résistance R compense une self-induction L donnée par la formule

$$L = \frac{CR^2}{1 + \omega^2 C^2 R^2}.$$

Si donc on met dans le circuit du cadre mobile une self-induction inconnue, la mesure de la résistance de réglage fera connaître la valeur de cette self-induction. Le procédé est très commode pour la mesure à 1 pour 100 près des coefficients de self-induction, à partir de quelques millièmes de Henry.

Sur les spectres des alliages. — Note de MM. de Kowalski et P.-B. Huber, présentée par M. E.-H. Amagat. — C'est en étudiant l'influence de la self-induction sur les spectres de la décharge oscillante, entre les électrodes en alliages métalliques, que nous avons observé un phénomène qui nous paraît assez intéressant pour être signalé. On sait, d'après les recherches de Schuster et Hemsalech, qu'en intercalant une self-induction dans le circuit de la décharge oscillante d'un condensateur, on fait disparaître dans le spectre de la décharge non seulement les lignes de l'air, mais aussi certaines lignes de métal formant les électrodes.

Ce phénomène s'explique, soit par l'abaissement de la température moyenne dans la décharge, soit en admettant avec J. J. Thomson que l'émission de la lumière par un système corpusculaire faisant partie d'un atome n'a lieu que si la valeur de l'énergie intérieure du système dépasse un certain minimum. Si donc l'atome fait partie d'un milieu traversé par le courant électrique, comme cela a lieu dans une décharge, cette énergie intérieure serait une fonction exponentielle du temps et des paramètres qui dépendent de l'intensité du courant, ainsi que des propriétés du milieu dans lequel se trouve l'atome.

On pourrait donc s'attendre à ce que l'influence de la self-induction pût se manifester d'une façon différente selon que les électrodes seraient en métal pur ou bien en alliage, et cela parce que le milieu ambiant du système émettant la lumière est différent dans les deux cas.

Les faits que nous avons observés confirment cette prévision.

Notre circuit de décharge était composé : 1° d'une batterie de condensateurs ayant une capacité d'environ 0,003 microfarad et d'un circuit très peu inductif formé du déchargeur et de fils qui le reliaient aux condensateurs; 2° de la même batterie de condensateurs, plus une bobine d'induction, sans noyau de fer, ayant une valeur de self-induction d'environ 0,1 henry. La distance explosive était dans toutes les expériences égale à 8 mm.

Les photographies du spectre ont été faites avec un spectrographe construit sur les indications de l'un de nous et possédant une lentille de Cornu en quartz, ainsi que des objectifs achromatisés par la combinaison des lentilles en quartz et en spathfluor. On obtenait ainsi sur une seule plaque des photographies très nettes dans toute l'étendue du spectre, depuis les raies vertes jusqu'aux raies ultraviolettes de Cornu (environ 2000 A).

Sans la self-induction, le temps de pose était de 30 secondes. Avec la self-induction, la pose durait toujours dix minutes. Les alliages que nous avons étudiés étaient le cuivre-magnésium et le cuivre-zinc; nous avons étudié également les métaux purs entrant dans la composition de ces alliages.

L'étude des photographies de spectres nous permet de résumer les faits de la façon suivante :

1. En intercalant la self-induction dans le circuit de la décharge, on fait disparaître, dans le cas des électrodes en métal pur, un plus grand nombre de lignes du spectre que dans le cas des électrodes en alliage;

2. Les lignes qui n'ont pas disparu dans le spectre des alliages sont les mêmes pour l'alliage du cuivre-zinc que du cuivre-magnésium et appartiennent au cuivre;

3. Leurs longueurs d'onde, exprimées en unités Angström, sont les suivantes ;

2392,8; 2441,7; 2492,2; 2618,5; 2824,5;
2961,2; 3010,9; 3036,1; 3194,1;

4. Toutes ces lignes ont été observées dans le spectre de l'arc par Kayser et Runge, sauf toutefois la ligne 2824,5. Dans nos photographies, cette ligne est très faible, mais peut être mesurée avec précision.

Les phénomènes décrits, et qui peuvent être, comme nous l'avons dit, déduits des idées de J. J. Thomson, pourraient cependant être aussi expliqués en admettant que la température moyenne dans la décharge oscillante entre électrodes en alliage est supérieure à celle qui existe dans la décharge analogue entre électrodes en cuivre pur. Il faudrait pour cela admettre que la température de vaporisation de l'alliage est supérieure à celle du métal pur.

DOCUMENTS OFFICIELS

Projet de Loi relative aux distributions d'énergie électrique. — *Dans sa séance du 27 février 1906, la Chambre des députés a adopté en première délibération la proposition de loi de M. Léon Janet, relative aux distributions d'énergie électrique. La place nous a fait défaut jusqu'ici pour publier ce projet de loi que nous donnons ci-dessous.*

TITRE I. — CLASSIFICATION DES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Article premier. — Les distributions d'énergie électrique, qui ne sont pas destinées à la transmission des signaux et de la parole et auxquelles le décret-loi du 27 décembre 1851 n'est pas dès lors applicable, sont soumises, pour leur établissement et leur fonctionnement, aux conditions générales ci-après.

Art. 2. — Une distribution d'énergie électrique, n'empruntant en aucun point de son parcours des voies publiques, peut être établie et exploitée, soit sans autorisation ni déclaration, soit, lorsque ses conducteurs doivent être établis, en un point quelconque, à moins de 10 m de distance horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique préexistante, en vertu d'une autorisation délivrée dans les conditions spécifiées au titre II de la présente loi.

Art. 3. — Une distribution d'énergie électrique empruntant sur tout ou partie de son parcours les voies publiques, peut être établie et exploitée, soit en vertu de permissions de voirie, sans durée déterminée, dans les conditions spécifiées au titre III de la présente loi, soit en vertu de concessions d'une durée déterminée, avec cahier des charges et tarif maximum, dans les conditions spécifiées au titre IV, s'il n'y a pas déclaration d'utilité publique, ou dans celles spécifiées au titre V, s'il y a déclaration d'utilité publique.

Elle peut, suivant la demande de l'entrepreneur, être soumise simultanément dans des communes différentes à des régimes différents, soit celui des permissions de voirie sur une partie de son réseau, soit celui de la concession simple ou celui de la concession déclarée d'utilité publique dans d'autres parties.

TITRE II. — DES OUVRAGES DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ÉTABLIS EXCLUSIVEMENT SUR DES TERRAINS PRIVÉS SOUS LE RÉGIME DES AUTORISATIONS

Art. 4. — Les autorisations prévues par l'article 2 sont délivrées par le préfet, en conformité de l'avis émis par l'administration des postes et télégraphes et dans un délai de trois mois, à partir de la demande.

Les installations visées dans ces autorisations devront satisfaire aux conditions techniques déterminées par les arrêtés prévus à l'article 19 de la présente loi.

Elles devront être exploitées et entretenues de manière à n'apporter par induction, dérivation ou autrement, aucun trouble dans les transmissions télégraphiques et téléphoniques préexistantes.

Lorsque, pour prévenir ou faire cesser ce trouble, il sera nécessaire d'exiger le déplacement ou la modification des lignes télégraphiques ou téléphoniques préexistantes, et en cas de non-entente avec l'exploitant, la nature des travaux à exécuter sera déterminée par le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et télégraphes, après avis du Comité d'électricité visé par l'article 20. Dans tous les cas, les frais nécessités par ces déplacements ou modifications seront à la charge de l'exploitant.

TITRE III. — DES OUVRAGES DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ÉTABLIS SOUS LE RÉGIME DES PERMISSIONS DE VOIRIE

Art. 5. — Les permissions de voirie sont délivrées par le préfet ou par le maire, suivant que la voie empruntée rentre dans les attributions de l'un ou de l'autre, sous les conditions ordinaires des arrêtés réglementaires relatifs à ces permissions, et en outre sous les conditions stipulées par les règlements d'administration publique visés à l'article 18 de la présente loi.

Elles ne peuvent prescrire aucune disposition relative aux conditions commerciales de l'exploitation.

Elles ne peuvent imposer au permissionnaire aucune charge pécuniaire autre que les redevances prévues au paragraphe 7 de l'article 18.

Aucune permission de voirie ne peut faire obstacle à ce qu'il soit accordé sur les mêmes voies des permissions ou concessions concurrentes.

TITRE IV. — RÉGIME DES CONCESSIONS SIMPLES SANS DÉCLARATION D'UTILITÉ PUBLIQUE

Art. 6. — La concession d'une distribution publique d'énergie est donnée, après enquête, soit par la commune ou par le syndicat formé entre plusieurs communes, si la demande de concession ne vise que le territoire de la commune ou du syndicat, soit par l'État dans les autres cas.

Toute concession est soumise aux clauses d'un cahier des charges conforme à l'un des types approuvés par décret délibéré en Conseil d'État, sauf les dérogations ou modifications qui seraient expressément formulées dans les conventions passées au sujet de ladite concession.

Art. 7. — Lorsque la concession est de la compétence de l'État, l'acte de concession est passée par le préfet, si elle ne s'étend que sur des communes situées dans le territoire du département, ou par le Ministre des travaux publics, après avis du Ministre de l'intérieur, si elle s'étend sur des communes situées dans plusieurs départements.

Lorsque la concession est de la compétence de la commune, l'acte de concession est passé par le maire, en exécution d'une délibération du Conseil municipal.

Si la concession est de la compétence d'un syndicat de communes, l'acte de concession est passé par le président du Comité du syndicat, en exécution d'une délibération de ce Comité, homologuée par des délibérations des Conseils municipaux de toutes les communes syndiquées.

La concession donnée au nom de la commune ou du syndicat de communes n'est définitive qu'après avoir été approuvée par le préfet.

Toutefois, si l'acte de concession passé par le ministre, le préfet, le maire ou le président du Comité du syndicat de communes, comporte des dérogations ou modifications au cahier des charges type, il ne devient définitif qu'après avoir été approuvé par un décret délibéré en Conseil d'État.

Art. 8. — Aucune concession ne peut faire obstacle à ce qu'il soit accordé des permissions de voirie ou une concession à une entreprise concurrente, sous la réserve que celle-ci n'aura pas des conditions plus avantageuses.

Toutefois, l'acte par lequel une commune ou un syndicat de communes donne la concession de l'éclairage public ou privé sur tout ou partie de son territoire, peut stipuler que le concessionnaire aura seul le droit d'utiliser les voies publiques dépendant de la commune ou des communes syndiquées dans les limites de sa concession, en vue de pourvoir à l'éclairage privé par une distribution publique d'énergie, sans que cependant ce privilège puisse s'étendre à l'emploi de l'énergie à tous usages autres que l'éclairage, ni à son emploi accessoire pour l'éclairage des locaux dans lesquels l'énergie est ainsi utilisée.

Pendant la durée du privilège ainsi institué, les permissions de voirie délivrées par le préfet et les actes de concession passés au nom de l'État devront tenir compte de ce privilège dans les obligations imposées aux permissionnaires et concessionnaires.

Art. 9. — L'acte de concession ne peut imposer au concessionnaire une charge pécuniaire autre que les redevances prévues au paragraphe 7 de l'article 18, ni attribuer à l'État ou à la commune des avantages particuliers autres que les prix réduits d'abonnements qui seraient accordés aux services publics pour des fournitures équivalentes.

Art. 10. — La concession confère à l'entrepreneur le droit d'exécuter, sur les voies publiques et leurs dépendances, tous travaux nécessaires à l'établissement et à l'entretien des ouvrages en se conformant aux conditions du cahier des charges, des règlements de voirie et des règlements d'administration publique prévus à l'article 18 ci-après.

L'autorité qui a fait la concession a toujours le droit, pour un motif d'intérêt public, d'exiger la suppression d'une partie quelconque des ouvrages d'une concession ou d'en faire modifier les dispositions et le tracé.

L'indemnité qui peut être due dans ce cas au concessionnaire est fixée par les tribunaux compétents si les obligations et droits de celui-ci ne sont pas réglés soit par le cahier des charges, soit par une convention postérieure.

TITRE V. — RÉGIME DES CONCESSIONS DÉCLARÉES D'UTILITÉ PUBLIQUE

Art. 11. — Sont applicables aux concessions déclarées d'utilité publique l'article 6, les paragraphes 1, 2 et 3 de l'article 7 et les articles 8, 9 et 10 de la présente loi.

La déclaration d'utilité publique est prononcée, après enquête, par un décret délibéré en Conseil d'État, sur le rapport des Ministres des travaux publics et de l'intérieur, après avis du Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, et du Ministre de l'agriculture.

L'acte de concession ne devient définitif qu'après avoir été approuvé par ce décret.

Art. 12. — La déclaration d'utilité publique investit le concessionnaire, pour l'exécution des travaux dépendant de la concession, de tous les droits que les lois et règlements confèrent à l'administration en matière de travaux publics. Le concessionnaire demeure en même temps soumis à toutes les obligations qui dérivent pour l'administration de ces lois et règlements.

S'il y a lieu à expropriation, il y est procédé conformément à la loi du 3 mai 1841, au nom de l'autorité concédante et aux frais du concessionnaire.

La déclaration d'utilité publique d'une distribution d'énergie confère, en outre, au concessionnaire, le droit :

1° D'établir à demeure des supports et ancrages pour conducteurs aériens d'électricité, soit à l'extérieur des murs ou façades donnant sur la voie publique, soit sur les toits et terrasses des bâtiments à la condition qu'on y puisse accéder par l'extérieur; étant spécifié que ce droit ne pourra être exercé que sous les conditions prescrites, tant au point de vue de la sécurité qu'au point de vue de la commodité des habitants, par les règlements d'administration publique prévus à l'article 18, lesdits règlements devant limiter l'exercice de ce droit au cas de courants électriques tels que la présence desdits conducteurs d'électricité à proximité des bâtiments ne soit pas de nature à présenter, nonobstant les précautions prises conformément aux règlements, des dangers graves pour les personnes ou les bâtiments;

2° De faire passer les conducteurs d'électricité au-dessus des propriétés privées, sous les mêmes conditions et réserves que celles spécifiées à l'alinéa 1° ci-dessus;

3° D'établir à demeure des canalisations souterraines ou des supports pour conducteurs aériens, sur des terrains privés non bâtis, qui ne sont pas fermés de murs ou autres clôtures équivalentes;

4° De couper les branches d'arbres qui, se trouvant à proximité des conducteurs aériens d'électricité, pourraient, par leur mouvement ou leur chute, occasionner des courts-circuits ou des avaries aux ouvrages.

L'exécution des travaux prévus aux alinéas 1° à 4° ci-dessus, doit être précédée d'une notification directe aux intéressés et d'une enquête spéciale dans chaque commune; elle ne peut avoir lieu qu'après approbation du projet de détail des tracés par le préfet.

Elle n'entraîne aucune dépossession; la pose d'appuis sur les murs ou façades ou sur les toits ou terrasses des bâtiments ne peut faire obstacle au droit du propriétaire de démolir, réparer ou surélever. La pose des canalisations ou supports dans un terrain ouvert et non bâti, ne fait pas non plus obstacle au droit du propriétaire de se clore ou de bâtir. Le propriétaire devra, un mois avant d'entreprendre les travaux de démolition, réparation, surélévation, clôture ou bâtiment, prévenir le concessionnaire par lettre recommandée adressée au domicile élu par ledit concessionnaire.

Les indemnités qui pourraient être dues à raison des servitudes d'appui, de passage ou d'ébranchage, prévues aux alinéas 1°, 2°, 3° et 4° ci-dessus, sont réglées en premier ressort par le juge de paix; s'il y a expertise, le juge peut ne nommer qu'un seul expert.

TITRE VI. — CONDITIONS COMMUNES A L'ÉTABLISSEMENT ET A L'EXPLOITATION DES DISTRIBUTIONS SOUS LE RÉGIME DES PERMISSIONS DE VOIRIE OU DES CONCESSIONS

Art. 13. — L'établissement et l'exploitation des lignes de transport d'énergie électrique placées sous le régime, soit du titre III, soit du titre IV, soit du titre V de la présente loi, sont soumis aux conditions ci-après.

Art. 14. — Les projets sont examinés par les représentants des services intéressés dans une conférence à laquelle prennent part, dans tous les cas, les représentants de l'administration des postes et télégraphes. Si l'accord en vue de l'exécution des projets n'intervient pas au cours de la conférence, l'affaire est soumise au Comité d'électricité. Si tous les ministres intéressés n'adhèrent pas à l'avis du Comité, il est statué par décret en Conseil des ministres.

Art. 15. — La mise en service d'une distribution d'énergie électrique ne peut avoir lieu qu'à la suite des essais faits en présence du service du contrôle et des représentants des services intéressés, et après délivrance par le préfet d'une autorisation de circulation du courant.

Art. 16. — Le contrôle de la construction et de l'exploitation est exercé sous l'autorité du Ministre des travaux publics, soit par les agents qu'il aura délégués à cet effet lorsqu'il s'agit de concessions données par l'État ou de permissions pour des distributions empruntant en tout ou partie la grande voirie, soit par les agents délégués par les municipalités, lorsqu'il s'agit de concessions données par les communes ou les syndicats de communes, ou de permissions pour des distributions n'empruntant que les voies vicinales ou urbaines.

Art. 17. — L'Administration des postes et des télégraphes peut adresser au service du contrôle, constitué comme il est dit à l'article 16, une réquisition à l'effet de prendre toutes les mesures nécessaires pour prévenir ou faire cesser toute perturbation nuisible aux transmissions par les lignes télégraphiques ou téléphoniques actuellement existantes dans le rayon d'influence des conducteurs d'énergie électrique.

Semblable réquisition peut être adressée au service du contrôle par les fonctionnaires chargés de la surveillance de tout service public dont la marche subirait une atteinte du fait du fonctionnement d'une distribution d'énergie.

Le service du contrôle est tenu de prendre les mesures nécessaires pour qu'il soit immédiatement déféré à la réquisition.

En cas de contestation, il est ensuite procédé comme il est dit à l'article 14.

Art. 18. — Des règlements d'administration publique, rendus sur le rapport du Ministre de l'intérieur, du Ministre des travaux publics, du Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, du Ministre de l'agriculture et, en outre, sur le rapport du Ministre des finances pour les règlements de l'alinéa 7°, déterminent :

1° La forme des enquêtes prévues aux articles 6, 11 et 12, étant stipulé que l'avis des Conseils municipaux intéressés devra être demandé au cours de ces enquêtes;

2° Les formes de l'instruction des projets et de leur approbation;

3° L'organisation du contrôle de la construction et de l'exploitation dont les frais sont à la charge du concessionnaire ou du permissionnaire;

4° Les conditions générales et d'intérêt public auxquelles devront satisfaire les ouvrages servant à la distribution d'énergie, soit en vertu de concessions, soit en vertu de permissions de voirie;

5° La forme des réquisitions à adresser en exécution de l'article 17;

6° Les mesures relatives à la police et à la sécurité de l'exploitation des distributions d'énergie;

7° Les tarifs des redevances dues à l'État, aux départements et aux communes, en raison de l'occupation du domaine public par les ouvrages des entreprises concédées ou munies de permissions de voirie;

8° Et, en général, toutes les mesures nécessaires à l'exécution de la présente loi.

Les règlements visés par les alinéas 2°, 4° et 6° seront pris après avis du Comité d'électricité.

Art. 19. — Des arrêtés pris par le Ministre des travaux publics et le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, après avis du Comité d'électricité, déterminent les conditions techniques auxquelles devront satisfaire les distributions d'énergie au point de vue de la sécurité des personnes et des services publics intéressés, ainsi qu'au point de vue de la protection des paysages. Ces conditions seront soumises à une revision annuelle.

Titre VII. — Dispositions diverses

Art. 20. — Il sera formé un Comité d'électricité permanent composé, pour une moitié, de représentants professionnels français des grandes industries électriques et, pour l'autre moitié, de membres pris dans les administrations de l'intérieur, des travaux publics, du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, de la guerre et de l'agriculture.

. Les fonctionnaires, membres de ce Comité, au nombre de quinze, seront nommés par décret sur les propositions que les Ministres de l'intérieur, des travaux publics, du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, de la guerre et de l'agriculture présenteront, chacun en ce qui le concerne, à raison de trois par ministère.

Les représentants professionnels des grandes industries électriques, au nombre de quinze, seront nommés par décret, sur les propositions du Ministre des travaux publics et du Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes.

Le Comité donnera son avis dans les cas prévus par la présente loi et sur toutes les questions dont les ministres intéressés le saisiront.

Le mode de son fonctionnement sera déterminé par un règlement d'administration publique.

Art. 21. — La déclaration d'utilité publique d'ouvrages à exécuter par l'État, un département, une commune ou une association syndicale de la loi du 26 juin 1865, modifiée par celle du 22 décembre 1898, ou par leur concessionnaire confère à l'administration ou au concessionnaire, pour l'établissement ou le fonctionnement des conducteurs d'énergie employés à l'exploitation de ces ouvrages, les droits de passage, d'appui et d'ébranchage spécifiés à l'article 12 ci-dessus, avec application des dispositions spéciales édictées à cet effet par les règlements d'administration publique prévus à l'article 18.

Le bénéfice de ces droits restera acquis à l'administration ou au concessionnaire, même dans les cas où l'énergie serait fournie aux conducteurs par une usine privée ou par une entreprise de distribution publique d'énergie non déclarée d'utilité publique, et aussi dans le cas où les ouvrages serviraient simultanément à un transport d'énergie destinée à des usages autres que le service public ou le service de l'association syndicale.

Art. 22. — Les contestations et réclamations auxquelles peut donner lieu l'application des mesures prises en vue de la protection des transmissions télégraphiques et téléphoniques et en général de la marche de tout service public, sont jugées par le Conseil de préfecture, sauf recours au Conseil d'État, comme en matière de dommages causés par l'exécution des travaux publics.

Art. 23. — Toute contravention aux arrêtés d'autorisation pris en conformité des dispositions du titre II de la présente loi sera, après une mise en demeure non suivie d'effet, punie des pénalités portées à l'article 2 du décret-loi du 27 décembre 1851. Elle sera constatée, poursuivie et réprimée dans les formes déterminées au titre V dudit décret.

Art. 24. — Lorsque le permissionnaire ou le concessionnaire d'une distribution d'énergie contreviendra aux clauses de la permission de voirie ou du cahier des charges de la concession ou aux décisions rendues en exécution de ces clauses, en ce qui concerne le service de la navigation ou des chemins de fer ou tramways, la viabilité des voies nationales, départementales ou communales, le libre écoulement des eaux, le fonctionnement des communications télégraphiques ou téléphoniques, procès-verbal sera dressé de la contravention par les agents du service intéressé dûment assermentés.

Ces contraventions seront poursuivies et jugées comme en matière de grande voirie et punies d'une amende de 16 à 300 fr, sans préjudice de la réparation du dommage causé.

Le service du contrôle pourra prendre immédiatement toutes les mesures provisoires pour faire cesser le dommage, comme il est procédé en matière de voirie. Les frais qu'entraînera l'exécution de ces mesures, ainsi que ceux des travaux que les administrations intéressées auraient été amenées à faire comme suite à la réquisition visée à l'article 17, seront à la charge du permissionnaire ou du concessionnaire. Il en sera de même pour les frais avancés par l'État pour la modification des installations des services publics préexistants.

Art. 25. — Toute infraction aux dispositions édictées dans l'intérêt de la sécurité des personnes, soit par des règlements d'administration publique, soit par les arrêtés visés à l'article 19, sera poursuivie devant les tribunaux correctionnels, et punis d'une amende de 16 à 3000 fr, sans préjudice de l'application des pénalités prévues au Code pénal en cas d'accident résultant de l'infraction.

Les délits et contraventions pourront être constatés par des procès-verbaux dressés par les officiers de police judiciaire, les ingénieurs et agents des ponts et chaussées et des mines, les ingénieurs et agents du service des télégraphes, les agents voyers, les agents municipaux chargés de la surveillance ou du contrôle et les gardes particuliers du concessionnaire agréés par l'administration et dûment assermentés.

Ces procès-verbaux feront foi jusqu'à preuve du contraire. Ils seront visés pour timbre et enregistrés en débet.

Ceux qui seront dressés par des gardes particuliers assermentés, devront être affirmés dans les trois jours, à peine de nullité, devant le juge de paix ou le maire, soit du lieu du délit ou de la contravention, soit de la résidence de l'agent.

Art. 26. — Sont maintenues dans leurs forme et teneur les concessions et permissions accordées par des actes antérieurs à la présente loi.

Art. 27. — Sont abrogées la loi du 25 juin 1895 et toutes les dispositions contraires à la présente loi.

BIBLIOGRAPHIE

Le Centrali elettriche degli Stati Uniti d'America (Les stations centrales électriques des États-Unis d'Amérique), par Elvio Soleri. — *L'Elettricista*, éditeur, Rome, 1906. — Format : 24 × 15 cm; 174 pages. — Prix : 4 fr.

Les « centrales » électriques, pour traduire fidèlement ce titre *modern style*, en attendant que, suivant la mode anglo-américaine envahissante, on dise bientôt simplement les « C. E. », pour la plus grande confusion des choses et des langues; *les Centrales électriques*, ainsi nommées, sans doute, parce qu'elles ne sont jamais (ou du moins bien rarement) centrales, tel est le titre de ce second volume des « Nouveautés scientifiques » publiées par la Bibliothèque de l' « Elettricista ». — La récente Exposition de Saint-Louis a servi de prétexte à la publication, dans les divers pays de l'ancien monde, de revues générales de ces grandes stations américaines, dont, à quelques rares exceptions près, les nôtres ne sont que de pâles imitations réduites aux proportions aussi timides que sages qui caractérisent notre tempérament industriel. Chargé, lui aussi, par le Ministère italien de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce, d'une mission de circonstance à cette occasion, l'auteur a tenu à la justifier vis-à-vis du public en publiant cette étude. Il y résume et discute les règles techniques qui doivent présider à l'installation de ces stations, les distributions y relatives, leurs diverses particularités, le choix du système le mieux approprié aux besoins à satisfaire, les modes d'exploitation y appliqués, pour arriver, dans une synthèse finale, à exposer les tendances générales qui en découlent et les dispositions qui ont donné les meilleurs résultats. Ce sont bien là les grandes lignes qui s'imposent dans un travail de ce genre, et, si nous ne progressons pas plus largement et davantage, on ne pourra en accuser notre ignorance de ce qui se passe chez nos voisins plus ou moins directs.

Après quelques chapitres d'un caractère général consacrés à l'historique, à la statistique, à la *municipalisation* et aux vues d'ensemble sur les stations américaines-nord, deux grandes divisions « Centrales thermiques » et « Centrales hydro- (pour hydraulico-) électriques » se partagent le volume. La première comprend ce qu'on est convenu d'appeler le système Edison, le système de l'Elevated Railway et le système appliqué à Saint-Louis; la seconde, le système du Nigara et celui du Pacifique. Cette classification est peu technique; mais il faut s'en contenter en en prenant ce qu'elle peut avoir de bon.

E. Boistel.

Aufnahme und Analysis von Wechselstromkurven (Relevé et analyse des courbes relatives aux courants alternatifs), par E. Orlich. — *F. Vieweg und Sohn*, éditeurs (Braunschweig), 1906. — Format : 22 × 14 cm; 117 pages. — Prix : 4,50 fr.

Septième fascicule de la collection maintes fois déjà et favorablement mentionnée ici, l' « Électrotechnique par monographies », ce volume ne le cède pas en intérêt aux précédents. Il s'adresse aux élèves des grandes écoles et aux ingénieurs qui, déjà familiarisés avec la pratique, désirent étendre le domaine de leurs connaissances électrotechniques. Constructeurs de machines, chefs ou aides de laboratoires, employés de télégraphie par câbles, physiciens en général, y trouveront réunis les éléments épars jusqu'ici de leurs plus fructueuses études, aussi bien d'ailleurs que les mathématiciens, les physiologistes (pour l'analyse des phénomènes acoustiques) et les météorologistes (pour les courbes des marées) pourront faire leur profit des chapitres sur l'analyse de la série de Fourier et sur les analyseurs harmoniques.

Après une courte introduction et une étude générale de la représentation mathématique des phénomènes de forme quelconque, les modes de relevé des courbes y afférentes occupent une grande partie du volume, et nous y trouvons, sans qu'il soit besoin ici d'en indiquer le pourquoi, les noms d'Abraham, de Blondel, Carpentier, Hospitalier et Janet qui, par la place qu'ils y occupent, ne laissent pas de donner sur la question un certain relief à notre pays. L'analyse expérimentale et mathématique des courbes obtenues par l'un quelconque des procédés cités constitue logiquement le chapitre suivant de cet excellent travail qui se termine par la description et un exposé du mode d'emploi des analyseurs harmoniques. Une courte bibliographie indiquant les sources auxquelles a puisé l'auteur complète modestement, mais de la façon la plus utile, ce récent volume de la collection précitée.

E. Boistel.

L'Éclairage, par A. Veber. — *Dunod et Pinat*, éditeurs. Paris, 1906. — Format : 21 × 13 cm; 340 pages. — Prix : 4,50 fr.

Cet ouvrage est moins technique qu'économique. Il n'est pas seulement économique, il est également social,

pour ne pas dire socialiste, c'est-à-dire politique. Il traite moins d'ailleurs l'éclairage en général, comme son titre pourrait le faire croire, que l'éclairage des villes et surtout de Paris. On ne s'en étonnera pas quand on saura que l'auteur, député, est ancien conseiller municipal de la Ville-Lumière et que ce livre constitue le premier volume en date d'une *Bibliothèque des Services publics municipaux et départementaux*, dont M. Paul Brousse est ou sera le directeur. Cette collection quasi-officielle ne comprendra d'ailleurs pas moins de vingt-six volumes dont (heureusement pour nos lecteurs... et pour nous) nous n'aurons pas à rendre compte ici.

Aux divers titres ci-dessus indiqués, c'est tout au plus si celui-ci devrait, à proprement parler, figurer dans nos bibliographies; mais la question de l'éclairage de Paris est trop intimement liée à l'industrie dont ce journal porte le nom pour que nous ne le signalions pas. Très documenté d'ailleurs et, à cet égard, plein d'intérêt, cet ouvrage étudie son sujet en en retraçant d'abord, naturellement, l'histoire depuis le moyen âge jusqu'à nos jours. Les principaux chapitres en sont consacrés à l'éclairage à la chandelle et à l'huile, puis au gaz et à l'électricité. Les démêlés du Conseil municipal de Paris avec les Compagnies du gaz et d'électricité y sont reproduits avec documents à l'appui, et l'auteur en dégage, d'après les besoins de ses convictions, des conclusions néfastes en faveur de la régie directe et d'une orientation du mouvement social contemporain vers la *municipalisation* des Services publics. Tel est surtout son objectif.

La dernière partie de l'ouvrage donne des renseignements précieux comme statistique sur l'état actuel de l'éclairage public au gaz et à l'électricité. Aux annexes se trouve, pour les besoins de la cause, une bibliographie curieuse des publications françaises et étrangères sur le système de la régie directe. Ouvrage intéressant, mais pernicieux au point de vue économique. Il en sera probablement de même des vingt-cinq autres.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

---

359 629. — **Contre.** — *Appareil limiteur de courant* (20 novembre 1905).

359 803. — **Dubos et Mongin.** — *Pile électrique à liquide* (25 novembre 1905).

359 876. — **Andrieu et Flock.** — *Électromoteur de faible puissance à rotation intermittente* (28 novembre 1905).

359 946. — **Perret.** — *Moteur monophasé shunt à collecteur, à vitesse variable sans déphasage* (29 novembre 1905).

359 948. — **Land und Seekabelwerke Actien Gesellschaft.** — *Câble électrique* (30 novembre 1905).

359 960. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Perfectionnements à la construction des machines dynamo-électriques* (30 novembre 1905).

359 961. — **Société alsacienne de constructions mécaniques.** — *Perfectionnements au fonctionnement des alternomoteurs polyphasés à collecteur* (30 novembre 1905).

359 829. — **Gunning.** — *Appareil pour ouvrir et fermer les circuits électriques à des moments déterminés d'avance* (25 novembre 1905).

359 769. — **Machman.** — *Procédé de soudage électrique* (9 novembre 1905).

359 854. — **Lieb.** — *Four électrique* (4 février 1905).

360 053. — **Felten.** — *Alterno-moteur réglable* (2 décembre 1905).

360 114. — **Berne.** — *Mode de montage des bornes métalliques sur les plaques en charbon pour piles, etc.* (5 décembre 1905).

360 123. — **Niblett.** — *Accumulateur électrique* (6 décembre 1905).

360 140. — **Pinot.** — *Autocommutateur de courants alternatifs simples fonctionnant soit comme transformateur de ces courants en courant continu et de tension égale ou différente, soit comme moteur* (6 décembre 1905).

360 150. — **Garreau.** — *Accumulateur* (6 décembre 1905).

360 010. — **Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.** — *Pôle de commutation pour machines électriques* (1er décembre 1905).

360 080. — **Johannet.** — *Transmission mixte à embrayage auto-excitateur* (4 décembre 1905).

360 089. — **Société Westinghouse.** — *Appareil pour le contrôle de circuits électriques* (5 décembre 1905).

360 147. — **Société des Téléphones.** — *Pince de connection pour conducteurs électriques* (6 décembre 1905).

360 173. — **Mc Multa.** — *Contrôle de la transmission de force motrice dans les moteurs* (7 décembre 1905).

360 255. — **Walker.** — *Dispositif pour aimanter le fer au moyen d'un courant alternatif* (8 décembre 1905).

360 361. — **Cuau.** — *Procédé et appareil pour le graphitage des charbons par incandescence* (21 février 1905).

360 390. — **Porsche et Lohner.** — *Étoile aimantée pour machines à pôles internes* (13 décembre 1905).

360 272. — **Berry.** — *Commutateur électrique* (9 décembre 1905).

360 284. — **Société The Electric and Ordnance Accessoires C Limited et M. Rivers.** — *Procédé de préparation de charbon pour résistances électriques, etc.* (9 décembre 1905).

360 313. — **Pascalis.** — *Rhéostat* (11 décembre 1905).

360 258. — **Société des Établissements Poulenc frères.** — *Dispositif thermo-électrique indicateur et régulateur de température* (9 décembre 1905).

360 452. — **Ohnesorge.** — *Système téléphonique* (13 décembre 1905).

360 431. — **Jacquet.** — *Nouveau dispositif pour le démarrage des moteurs à courant continu* (5 décembre 1905).

360 473. — **Blanchon.** — *Matrice pour la fabrication des plaques d'accumulateurs du genre Planté* (24 février 1905).

360 504. — **De Kando.** — *Dispositif protecteur pour inducteurs fixes de machines électriques* (15 décembre 1905).

360 412. — **Arcioni.** — *Wattmètre enregistreur pour courants alternatifs* (26 octobre 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie des Forces motrices du Tarn. — Cette Société a été constituée le 6 février 1906.

Elle a pour objet l'exploitation de toutes usines pour l'éclairage électrique et la distribution d'énergie dans les communes de Rabastens, Lisle-sur-Tarn, Coufouleux et toutes autres localités; l'agrandissement et le développement desdites usines; l'acquisition de toutes chutes sur le Tarn et sur d'autres rivières; l'installation de toutes les conduites et canalisations privées ou publiques, pour tous éclairages privés ou publics ou pour tous transports de force; la création ou l'acquisition de toutes usines ou exploitations similaires d'éclairage par le gaz et l'électricité; et généralement toutes opérations commerciales, financières, industrielles, mobilières et immobilières se rattachant aux objets de la Société.

Le siège social est fixé à Paris, rue Condorcet, n° 62, et pourra être transféré partout ailleurs dans Paris, par simple décision du Conseil d'administration et dans toute autre ville par décision de l'assemblée générale des actionnaires.

La durée de la Société est fixée à 35 ans, à partir du jour de sa constitution définitive, sauf les cas de prorogation ou de dissolution.

MM. Landry et Bonsirven, tant en leur nom personnel qu'en qualité de seuls membres de la Société Bonsirven et Cie, apportent à la Compagnie des Forces motrices du Tarn la toute propriété de tout l'actif, tant mobilier qu'immobilier, dépendant de la Société Bonsirven et Cie, et comprenant notamment ;

1° Un moulin, ses accessoires et ses dépendances, situé au lieu dit « Le Moulin », commune de Rabastens, comprenant une grande construction, section F, n°s 163 et 168 du cadastre, d'une surface de 4 ares 12 centiares;

2° Une maison à haut et bas étage située à Rabastens, d'une superficie de 1 are 20 centiares;

3° Une pâture, au lieu dit « Le Moulin », contenant 62 centiares, n° 161, section F, de Rabastens;

4° Une pâture, de 1 are 92 centiares, n° 160, section F, de Rabastens;

5° Une pâture, de 1 are 10 centiares, n° 162, section F, de Rabastens;

6° Une pâture, de 1 are 50 centiares, n° 164, section F, de Rabastens.

Le tout ne formant qu'un seul ensemble, divisé seulement par un chemin de contre-halage.

7° Un immeuble en pâture et terre au lieu dit « La Bastide », commune de Coufouleux, de 21 ares 10 centiares, n° 1287, section A du cadastre;

8° Une maison et ses dépendances, au même lieu, d'une superficie de 2 ares 20 centiares, n° 1268, section E du cadastre;

9° Un jardin et une cour, au même lieu, n° 1289, section A du cadastre, superficie 6 ares 80 centiares. Ces trois derniers articles ne formant qu'un seul ensemble.

10° Les droits résultant des décrets des 20 juillet 1897 et 16 décembre 1902, concernant les barrages de Saint-Géry, de Rabastens et tous ouvrages industriels s'y rattachant sur le Tarn ou sur ses rives;

11° Les constructions et aménagements effectués sur les immeubles précédemment énoncés;

12° L'usine construite à Rabastens, sur la rive droite du Tarn, à l'extrémité du barrage, et tout le matériel garnissant ladite usine;

13° Les canalisations et installations de fils créées à Rabastens;

14° Tous les droits pouvant résulter de toutes concessions ou autorisations d'éclairage et de transport de force qui auraient pu être accordées à la Société Bonsirven et Cie ou à MM. Landry et Bonsirven personnellement sur les communes de Rabastens et Lisle;

15° Le bénéfice de tous marchés et contrats qui auraient pu être passés avec tous industriels, commerçants, particuliers ou municipalités;

16° Les études, plans et devis de toutes natures faits pour arriver à l'utilisation complète des chutes du Tarn.

En représentation de leurs apports, il est attribué à MM. Landry et Bonsirven, conjointement et indivisément, 2000 actions libérées de la Société et une somme de 45 000 fr espèces.

Il est en outre attribué à MM. Landry et Bonsirven les 600 parts de fondateurs.

Le fonds social est fixé à la somme de 325 000 fr, divisé en 3250 actions de 100 fr chacune, dont 2000 entièrement libérées attribuées à MM. Landry et Bonsirven et 1250 autres étant souscrites en espèces.

Il est créé 600 parts de fondateurs, toutes remises à MM. Landry et Bonsirven.

La Société est administrée par un Conseil d'administration composé de trois membres. La durée de leurs fonctions est de six ans, le premier conseil devant être renouvelé en entier après la première période de six années et ensuite le renouvellement s'opérera par tiers tous les deux ans.

Le Conseil d'administration est investi des pouvoirs les plus étendus pour la gestion des affaires de la Société.

L'Assemblée générale se réunit chaque année à Paris, au siège social, dans les trois mois de la clôture de l'exercice. Elle se réunit en outre, extraordinairement, chaque fois que le Conseil en reconnaît l'utilité.

Pour les assemblées ordinaires, les convocations doivent être faites par avis inséré 25 jours avant la réunion, dans un journal d'annonces légales de Paris.

L'assemblée générale extraordinaire peut, après rapport du Conseil d'administration : modifier les statuts; changer la dénomination de la Société; étendre ou restreindre les opérations sociales; proroger ou dissoudre la Société; augmenter ou réduire le capital; fusionner la Société avec une autre; céder même l'actif social.

Les produits nets de la Société, tous frais et charges déduits, constituent les bénéfices; sur ces bénéfices il est prélevé : 1° 5 pour 100 pour la réserve légale; 2° somme suffisante pour servir à toutes les actions un intérêt de 5 pour 100 sur les sommes dont elles seront libérées.

Ces prélèvements effectués, le surplus des bénéfices sera attribué : 20 pour 100 au Conseil d'administration; 20 pour 100 aux parts de fondateur; 10 pour 100 à la direction technique si le Conseil instituait cette direction; dans le cas contraire, ces 10 pour 100 reviendraient avec le surplus aux actions.

En cas de liquidation de la Société, toutes les valeurs, après l'extinction du passif, serviront d'abord à rembourser aux actionnaires le capital non amorti, et le surplus constituant les bénéfices sera attribué : 80 pour 100 aux actions et parts de fondateur et 20 pour 100 aux obligations s'il en existe.

Le premier Conseil d'administration est composé de MM. Delasalle, Landry et Bonsirven. M. Léon Jupas a été choisi pour remplir les fonctions de commissaire.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

57 455. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 347. 10 Juin 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Exploitations municipales. — Si l'on veut un avant-goût des avantages que nous réserve l'exploitation municipale future, par voie de régie directe ou indirecte, de nos services d'éclairage, il suffit — *ab uno disce omnes* — de considérer un petit fait que *le Journal* du 5 juin nous révèle en ces termes :

« La mise en liquidation de la Compagnie du gaz a eu un résultat des plus fâcheux pour les petits consommateurs. La Compagnie, en effet, se refuse désormais à installer gratuitement le gaz dans les appartements dont le loyer est inférieur à 500 fr. Elle exige, pour donner un branchement, 40 fr d'indemnité. Or, ce versement semble lourd, et avec raison, à bien des petites bourses.

« Nous avons transmis à la Compagnie les doléances du petit public

« — Certes, nous a-t-elle répondu, la chose est regrettable. Mais notre régime venant à expirer le 1er janvier de l'année prochaine, on ne peut nous demander pourtant de faire des frais que le peu de temps qui nous reste à courir nous met dans l'impossibilité d'amortir. C'est la Ville qui devrait faire cette dépense, puisqu'aussi bien toutes les améliorations du service, dans huit mois, lui reviendront.

« A la Ville, on répond qu'on n'a pas d'argent. Les conseillers municipaux, pas plus tard que le 13 avril dernier, ont refusé tout crédit, par une délibération prise en séance publique, et, comme l'on dit, ne veulent rien savoir. « Ce sont, disent-ils, les propriétaires qui devraient se mettre en frais d'aménagement, le gaz dans tous les appartements donnant à leurs immeubles une plus-value.... »

« Bref, et comme on le voit, chacun se renvoie la balle, et, une fois de plus, le public reste le bec dans l'eau, si j'ose ainsi parler. »

Nous le constatons avec regret, mais l'infâme capital avait, pour les petits consommateurs, une sollicitude peut-être intéressée, mais, en tout cas, incomparablement plus démocratique que celle de nos édiles. Que sera-ce lorsque, l'an prochain, gaz et électricité seront municipalisés? On frémit en y pensant !

La locomotive électrique du Simplon. — On sait que la traction électrique dans le tunnel du Simplon s'effectue actuellement à l'aide de trois locomotives à courants triphasés (3000 v, 15 périodes par seconde) empruntées au chemin de fer de la Valteline par les Chemins de fer fédéraux suisses. Les moteurs de deux de ces locomotives viennent d'être mis hors de service et devront être complètement refaits avant de pouvoir être mis de nouveau en service. Les opinions sont divisées sur les causes réelles de ces accidents.

L'opinion qui prévaut actuellement est que les locomotives

établies pour un service ordinaire ne conviennent nullement dans le tunnel du Simplon. Ces locomotives occupent, en effet, les deux tiers de la section du tunnel et agissent, de ce fait, comme un gigantesque piston, ce qui augmente la pression en avant et augmente l'effort de traction beaucoup plus qu'à l'air libre. D'autre part, les sources d'eau chaude débitent encore 1 m³:s environ et dans certaines parties la température atteint 21°C. L'air intérieur est donc saturé d'humidité et cette humidité traverse l'isolement des moteurs qu'elle détruit, malgré la température élevée qu'ils atteignent en marche. Il est probable que l'eau suintant et la température élevée contribuent à détériorer l'isolant. Le mal étant connu, le remède sera facile à trouver.

Essais de gazogènes. — La *Highland and Agricultural Society* d'Écosse a soumis à des essais deux groupes l'un de 11 à 15 poncelets, l'autre de 4 à 6 poncelets, chaque machine étant munie d'un indicateur, d'un compteur de tours et d'un indicateur d'explosions. Le combustible employé était de l'anthracite écossais de qualité aussi uniforme que possible. Les essais ne commençaient qu'une demi-heure après la mise en marche des générateurs, chacun de ces derniers était rempli jusqu'à une certaine hauteur et débarrassé des cendres et des mâchefers. A la fin de l'expérience chaque générateur était rempli jusqu'à la même hauteur et l'on déterminait le combustible dépensé. Chaque installation a été soumise à des essais de 10 et de 5 heures et n'était surveillée que par deux hommes. Les essais de 10 heures entrepris à pleine et à demi-charge ont permis de déterminer la quantité de combustible brûlé, tandis que les essais de 5 heures ont permis de déterminer la consommation à vide. L'éloignement des cendres et escarbilles pendant la durée de l'essai était permis. A la fin des essais les générateurs étaient complètement vidés, et on constata que l'ensemble du mâchefer était relativement faible. Ensuite on détermina le temps nécessaire pour la mise en marche d'un gazogène complètement froid et vide jusqu'à ce que le moteur desservi puisse marcher à pleine charge, et on a trouvé qu'en moyenne il faut un quart d'heure. Sauf quelques petits incidents les essais ont marché d'une façon normale, malgré le peu d'hommes chargés de la conduite, et ils ont établi que si on admet une durée de service de 20 heures, une consommation moyenne de 0,6 kg de charbon par poncelet-heure, aussi bien à demi-charge qu'à pleine charge, une machine de 15 poncelets n'exigerait guère qu'une dépense de 10 cm par heure. Les plus grandes différences dans la consommation de combustible ont été constatées pour les plus petites installations, où la consommation a varié de 0,55 kg à 0,8 kg par poncelet-heure.

Électrisation d'un conducteur isolé placé dans l'air à l'intérieur d'un cylindre métallique. — En étudiant les conditions d'ionisation de l'air compris dans un cylindre métallique, qui contenait un fil métallique, placé dans l'axe du cylindre et connecté à un électromètre de Dolezalek, MM. les professeurs *Borgmann* et *P. A. Afanasief* ont pu remarquer le curieux phénomène suivant : Le cylindre étant en communication avec la terre, si l'on isolait le fil, la feuille de l'électromètre se déplaçait. Ce déplacement, qui est une preuve de l'existence d'une charge électrique dans le fil, persistait chaque fois un temps très appréciable.

La même expérience répétée à des époques différentes, mais en conservant la même distance entre la feuille et la surface des quadrants, donnait des déviations maxima de la feuille presque identiques entre elles; lorsque la feuille était abaissée ou élevée à l'intérieur des quadrants, on pouvait remarquer un changement de la déviation de la feuille dans le sens de la déviation maximum. Par la suite de cette expérience le fil, placé à l'intérieur du cylindre, fut isolé de la terre et réuni à l'électromètre, tandis que le cylindre était à la terre; dans ces conditions, la valeur de la déviation dépendait de la matière du cylindre.

En outre de différents métaux, l'expérience fut tentée avec un cylindre à parois doubles, contenant au fond et entre les deux parois des échantillons des boues salines de sept stations balnéaires de Russie. Les différentes boues, ayant été placées successivement entre les parois doubles des cylindres constitués par des métaux tels que le plomb, l'aluminium, le zinc, l'étain, la déviation de la feuille de l'électromètre était toujours positive, c'est-à-dire dans le sens qui correspond à une charge positive du fil.

Le cylindre étant en fer ou en cuivre, et la boue ayant été placée entre les parois, la déviation de la feuille, quoique toujours dans le même sens, était moindre qu'avant ou après cette expérience, lorsqu'il n'y avait pas de communication entre l'électromètre et le fil.

Dans une autre expérience de la boue du Caucase fut placée entre les parois doubles d'un cylindre de coke; les déviations de la feuille furent négatives et plus grandes que lorsqu'il n'y avait pas de communication entre l'électromètre et le fil. Si l'on admet que la déviation de la feuille de l'électromètre dépend : 1° de la charge communiquée au fil; 2° d'un phénomène particulier propre à l'électromètre, on trouve, sans tenir compte de ce dernier phénomène, que la présence autour du fil de certains métaux, ainsi que de boues salines, produit dans le fil une électrisation positive, tandis que le coke et la boue du Caucase produisent une électrisation négative du même fil.

L'intervalle de temps entre le moment d'isolation du fil et la déviation maximum est dans tous les cas plus grande lorsqu'on a soin de faire passer, dans le cylindre, un courant d'air immédiatement avant le commencement de l'expérience.

La diminution de cet intervalle ne dépend pas de l'état d'ionisation de l'air du cylindre. L'air étant le même, dans le cylindre, la déviation maximum positive augmente avec le temps, tandis que la déviation maximum négative diminue. Selon le professeur Borgman, ces expériences prouvent que dans l'air compris à l'intérieur d'un cylindre bon conducteur, réuni à la terre, des ions de même signe apparaissent en excès, cette ionisation étant produite, soit par des rayons α, soit par des rayons β, qui émanent de la surface même du cylindre.

Dépenses d'une voiture électrique de livraison. — Une importante maison de Long-Island City, qui emploie plus de 100 voitures de livraison, possède comme type moyen une voiture pouvant transporter 1000 kg et parcourant environ 48 km par jour, la batterie d'accumulateurs étant rechargée pendant la nuit. La batterie est du type Express-Exide, à 12 plaques. Une telle voiture y compris la batterie coûte 13 000 fr, et les frais d'entretien annuels s'élèvent à 2125 fr. L'année comporte environ 288 sorties de 48 km chacune. Les frais d'entretien de la batterie s'élèvent à 15,38 centimes par km ou 7,38 fr par jour. L'entretien des bandages peut se calculer en admettant qu'un jeu de bandes de caoutchouc de 90 mm et d'un diamètre de 90 cm coûte environ 1000 fr et peut parcourir à New-York environ 14 400 km. L'entretien annuel des bandages s'élève à 945 fr.

Chaque voiture exige une charge d'environ 14,2 kw-h par jour au prix moyen de 15,77 centimes le kw-h, ce qui correspond à 4,625 centimes par voiture-kilomètre. Le prix des réparations autres que celles de la batterie et des bandages s'élève à environ 4 pour 100 du prix total d'achat de la voiture, 10 pour 100 du prix de revient non compris la batterie et les bandages doivent être comptés comme amortissement et 5 pour 100 pour intérêt, de sorte que la dépense annuelle s'élève à 5700 fr. Pour une voiture transportant 3 tonnes, à une distance moyenne de 38 km les frais s'élèvent à 3000 fr environ pour la batterie et ceux relatifs à l'entretien et l'amortissement de la voiture à 8450 fr.

Une voiture transportant 5 tonnes parcourt journellement environ 32 km. Les frais d'entretien d'une batterie s'élèvent à 29,875 centimes par voiture-kilomètre, quand on admet 3,5 tonnes comme poids utile moyen transporté. Les frais d'entretien et d'amortissement d'une batterie s'élèvent à 9250 fr.

Le prix de revient de la traction, par moteur à essence, par moteur à vapeur et par l'électricité sont à peu près égaux. Une voiture électrique fournit un parcours double de celui d'une voiture à chevaux à une vitesse plus élevée.

Tachygraphe Karlik. — Le nouveau tachygraphe inventé par M. Karlik, de Kladno (Bohême), appartient à la classe des appareils à force centrifuge et à liquides. Il est constitué par deux tubes verticaux, communiquant à leur partie inférieure avec un autre tube disposé dans l'axe de l'appareil. Ces tubes sont partiellement remplis de mercure et montés sur un axe portant une poulie, qui reçoit un mouvement de rotation, grâce à une courroie reliée à l'arbre de la machine dont on mesure la vitesse. La force centrifuge chasse le mercure dans les tubes extérieurs. Un flotteur suit, dans le tube central, les variations ainsi produites et, par un dispositif approprié, provoque l'enregistrement sur une bande de 1 m qui se déroule en 24 heures, à raison de 4 cm par heure.

Prix de revient du carbure de calcium. — En comptant l'énergie électrique à 50 fr le kilowatt-an et en admettant que l'on puisse obtenir 2,1 tonnes de carbure de calcium avec cette quantité d'énergie, M. Ph.-A. Guye, de Genève, estime le coût massique de revient du carbure de calcium de la façon suivante :

	Francs par tonne.
Chaux : 1 tonne	15
Coke : 700 kg	17,5
Énergie électrique : 0,47 kw-an	23,8
Électrodes : 20 kg	7
Salaires	38
Frais généraux	22
Amortissement à 6 pour 100, Intérêt à 5 pour 100	10,7
Total	134,0

Il y a progrès depuis 1896, où le prix de revient était de près de 400 fr par tonne.

Passage en courbes des tramways. — On apporte actuellement un petit perfectionnement aux voies des tramways de Zurich qui sera bien accueilli du public. On sait qu'aux courbes les roues font entendre un grincement désagréable, souvent accompagné par des mouvements de lacets très désagréables. On ne peut songer à donner du dévers aux voies, mais le perfectionnement introduit en tient lieu. Il consiste à remplacer dans les courbes le rail extérieur à ornière profonde par un autre type à ornière peu creusée. Il en résulte que la roue roule sur le boudin, par conséquent sur un plus grand rayon. La voiture penche un peu et tend à tourner dans le sens de la courbe. Le grincement est totalement supprimé et les mouvements de lacets assez sensiblement atténués. Si les résultats sont satisfaisants, nul doute que ce procédé si simple ne se répande dans d'autres villes.

— Un petit fait qui en dit long. Au moment des grèves récentes, un certain nombre de présidents de chambres syndicales de patrons se sont réunis en vue de discuter les mesures à prendre pour essayer d'enrayer le mouvement. Le journal *Le Journal* a reproduit une photographie représentant les présidents de quelques-unes de ces chambres syndicales, parmi lesquels figurait, à notre grande surprise, la physionomie si sympathique de M. *Eugène Sartiaux*. Or, M. Eugène Sartiaux n'est pas industriel, et n'est plus président du syndicat professionnel des industries électriques. Que pense M. Émile Javaux, le président actuel, de la présence inattendu de ce président quand-même dans une réunion où il n'avait que faire?

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bordeaux. — *Éclairage.* — Le conseil de préfecture vient de rendre ses arrêtés dans les instances pendantes entre la Compagnie d'éclairage électrique de Bordeaux et du Midi et M. Chantecaille, directeur de l'usine électrique des boulevards, rue du Commandant-Marchand, d'une part, la Ville, d'autre part, et la Compagnie générale d'éclairage de Bordeaux, admise à intervenir dans l'instance.

Il ne s'agissait de rien moins que de l'existence même des Sociétés électriques de Bordeaux.

La ville de Bordeaux, à la requête de la Compagnie générale d'éclairage, conformément aux obligations qui lui incombaient en vertu du paragraphe 4 de l'article 47 du cahier des charges, avait notifié à la Société d'éclairage électrique de Bordeaux et du Midi et à M. Chantecaille des actes extrajudiciaires, aux termes desquels elle imposait, comme rentrant dans les charges acceptées par elles, l'exécution intégrale des prescriptions des articles 89, 78 et 80, imposées par le cahier des charges de la concession à la Compagnie générale d'éclairage pour obtenir les autorisations de pose et d'extension des canalisations, tant aériennes que souterraines.

Nous donnerons les principaux dispositifs et les conclusions des arrêtés du conseil de préfecture.

Disons, notamment, que le conseil a déclaré que la ville de Bordeaux, en imposant aux personnes ou aux Sociétés d'électricité dénommées à l'article 47 des redevances ou des charges, ne pouvait vouloir les leur imposer telles que leur existence devînt impossible, et que, partant, la garantie voulue et recherchée par elles devînt, par son propre fait, illusoire et vaine; que, d'autre part, on ne saurait admettre que lesdites personnes ou Sociétés aient pu consentir des charges hors de proportions avec les compensations qui leur étaient offertes.

En ce qui concerne la Société électrique de Bordeaux et du Midi, le Conseil a rendu l'arrêté suivant :

« *Article 1er*. La Compagnie générale d'éclairage est admise à intervenir dans l'instance....

« *Art.* 2. Il est donné acte à la Société d'éclairage de Bordeaux et du Midi de ce qu'elle accepte de fournir à la ville de Bordeaux un cautionnement de 150 000 francs.

« *Art.* 3. Les conclusions de la Ville de Bordeaux et de la Compagnie générale d'éclairage sont rejetées, sauf sur la question du transfert à la Ville de la propriété des usines préexistantes de la Société d'éclairage de Bordeaux et du Midi avant le 1er juillet 1904 (art. 80 du cahier des charges), transfert qui devra être immédiatement exécuté par cette dernière.

« *Art.* 4. Le droit aux canalisations, tant aériennes que souterraines, est reconnu à la Société d'éclairage de Bordeaux et du Midi, sous la condition de l'exécution des articles 74, 50, 55 et 56 et suivants, relatifs à l'occupation de la voirie et aussi de l'article 80, en ce qui touche le transfert à la Ville de la propriété de l'usine par elle possédée avant le 1er juillet 1904.

« *Art.* 5. Le droit à indemnité occasionné par le refus in-

justifié de la Ville d'accorder les autorisations de voirie demeure établi; il sera, en conséquence, procédé à une expertise contradictoire, parties présentes ou dûment appelées. Les experts auront à rechercher et à fixer en argent le montant de l'indemnité qui pourrait être due à la Société d'éclairage de Bordeaux et du Midi pour le retard apporté, par la décision de la Ville de Bordeaux, dans la pose et l'extension de ses canalisations, tant aériennes que souterraines.... »

Il convient de rappeler que, dans la circonstance, la Ville de Bordeaux est couverte par la Compagnie générale d'éclairage.

En ce qui concerne M. Chantecaille, considérant qu'il n'a obéi qu'à une seule des prescriptions d'exécution du cahier des charges; qu'il a payé seulement les redevances de l'article 74; qu'il n'a pas ainsi rempli les conditions d'exécution qui lui sont imposées:... qu'il y a donc lieu de lui accorder un délai pour se mettre en règle avec les prescriptions du cahier des charges qu'il a accepté, et de dire que seulement alors, il aura droit, tant à la pose qu'à l'extension de ses canalisations aériennes et souterraines, et à l'éclairage public et des bâtiments municipaux; le conseil, après avoir, comme dans le premier litige, autorisé l'intervention de la Compagnie générale d'éclairage, arrête :

« .... *Art.* 2. L'article 47 du cahier des charges doit être interprété en ce sens que les prescriptions qu'il édicte ne concernent que les charges d'exécution relatives aux usines, canalisations aériennes et souterraines, redevances et règlements de voirie; création d'une caisse active de retraites pour le personnel de l'usine, et transfert à la Ville de Bordeaux de la propriété immédiate et sans frais pour la Ville de l'usine préexistante, et enfin paiement de la redevance d'amortissement prévue au deuxième alinéa de l'article 45.

Art. 3. Il est accordé à M. Chantecaille un délai de six mois pour se conformer aux obligations qui lui incombent aux termes du dispositif de l'article 1er de l'arrêté. Passé ce délai, la déchéance réclamée contre lui par la Ville pourrait être encourue. »

Bourg (*Station centrale*). — Il est question de créer, à Bolozon, une usine électrique qui utiliserait les eaux de la rivière d'Ain pour produire de l'énergie électrique qui serait distribuée à Bourg et dans la région. D'autre part, une Société industrielle est en instance pour obtenir une déclaration d'utilité publique qui lui permettrait de conduire les eaux de l'Ain captées au-dessous de Chancia, au confluent de cette rivière avec la Bienne, jusqu'aux portes de Lyon. Une usine électrique serait établie près de Miribel.

Grenoble. — *Distribution d'énergie*. — Tout récemment, M. Jenny, ingénieur-chef des services électriques de la ville de Grenoble, a fait une conférence résumant les conditions dans lesquelles fonctionne la distribution de l'énergie électrique à Grenoble, conférence dont nous donnons quelques extraits.

Le courant est fourni à la ville de Grenoble par la Société électro-chimique de la Romanche, concessionnaire pour une durée de 45 ans. La Ville prend possession du courant à la tension de 5000 v aux bornes secondaires de transformateurs-abaisseurs (de 26 000 v à 5000 v) à la sous-station de la Porte Mallifaud.

L'usine génératrice est située à Livet, dans les gorges de la Romanche; c'est une dérivation de torrent qui fournit l'eau nécessaire au fonctionnement de l'usine. Cette eau est captée au Pont de l'Aveynat, à 2 km environ de Livet, est conduite à la chambre d'eau, située au-dessus de l'usine, par une galerie souterraine.

La hauteur de chute est de 60 m environ.

L'usine comprend trois groupes turbine-alternateur triphase de 1900 kw.

La ligne de transmission d'une longueur de 38 km suit la vallée de la Romanche jusqu'à Vizille, et passe ensuite par Brié-et-Angonnes et Eybens; elle se compose de six fils de bronze siliceux de 8 mm de diamètre formant deux lignes triphasées; les poteaux sont en ciment armé. La tension est de 26 000 v entre fils.

La sous-station de Grenoble comprend trois transformateurs-abaisseurs de tension 26 000 v à 5000 v. Le courant à 26 000 v est conduit aux transformateurs par un tableau identique à celui de Livet; il comprend surtout deux sortes d'appareils intéressants : les parafoudres d'arrivée de lignes et les disjoncteurs automatiques.

Le refroidissement des enroulements des transformateurs, qui plongent dans l'huile, est obtenu par une circulation d'eau.

Le tableau à 5000 v où la Ville prend possession du courant possède de même tous les perfectionnements les plus modernes; chaque transformateur est relié au tableau par un interrupteur à main, à rupture brusque dans l'huile. Les barres omnibus des transformateurs sont reliées aux barres omnibus des feeders par des compteurs qui enregistrent la consommation totale de la Ville.

Les tableaux des feeders, au nombre de sept, comprennent chacun un disjoncteur à rupture brusque dans l'huile et à action différée, ainsi qu'un ampèremètre par phase.

Chaque panneau de feeder possède encore un jeu de limiteurs de tension chargé de préserver les câbles des surtensions qui peuvent se produire pendant l'exploitation. Chaque panneau est relié à un câble-feeder qui distribue l'énergie en ville à la tension de 5000 v, sous forme de courants triphasés.

Il est intéressant de remarquer que chaque feeder se commande séparément et qu'une ligne à 26 000 v quelconque peut être branchée sur n'importe quel transformateur au moyen d'un système très ingénieux de fiches et de barrettes.

Enfin une troisième ligne à 26 000 v pénètre dans la sous-station : cette ligne, qui sert comme secours en cas d'accident au réseau de Livet, est reliée par les fortifications à la Société hydro-électrique de Fures et Morge qui suit les digues du Drac, qui a son usine à Champ et qui alimente les industriels des vallées de la Fures et de la Morge. De cette façon, il est presque possible, à moins de coïncidence bizarre et fâcheuse, que la Ville soit privée de courant.

Les feeders, au nombre de sept, répartissent le courant sur tout le territoire de la commune de Grenoble. Les trois premiers, alimentant la portion de la ville la plus dense, c'est-à-dire toute la partie comprise entre les fortifications, depuis le cours Saint-André et l'Isère jusqu'au pont de la Porte de France, peuvent être reliées ensemble par des câbles de secours : cette disposition permet d'alimenter les postes desservis par deux feeders, par un seul, en cas d'avarie survenant à l'un d'eux.

Le quatrième feeder est spécialement réservé aux quartiers industriels du cours Berriat et des Abattoirs; il distribue surtout de la force motrice, tandis que les trois premiers alimentent principalement des lampes.

Les cinquième et sixième feeders constituent le réseau de la banlieue, ils sont de moins grande importance. Le cinquième alimente le cours de Saint-André et les Eaux-Claires; le sixième, la Capuche, la Bajatière et la Croix-Rouge. Le réseau primaire présente cette particularité que les postes d'un même feeder sont presque tous embrochés les uns à la suite des autres, c'est-à-dire qu'un poste commande presque toujours le suivant; cette disposition permet de faire des coupures partielles sur le réseau lorsqu'on a des travaux à exécuter; de cette façon on réduit au minimum le nombre des arrêts des abonnés.

CAPACITÉ ET ÉCHAUFFEMENT

DES CABLES SOUTERRAINS

I. — CAPACITÉ

1. La notion de capacité électrostatique est d'une grande simplicité quand elle s'applique à deux conducteurs seulement.

Reliés pendant un instant à une source dont la différence de potentiel est U, chacun des conducteurs prend une charge Q, que l'expérience montre être proportionnelle à U, et on peut écrire $Q = CU$.

Le coefficient de proportionnalité C est dit la *capacité* du condensateur que forment les deux conducteurs. Elle ne dépend que des dimensions géométriques de ceux-ci, de leur position respective, et de la nature du milieu interposé. En fonction de ces quantités, elle s'exprime sous une forme analogue à celle qui figure une conductance électrique; et entre deux surfaces s égales et parallèles, à distance l, on a : $C = \frac{ks}{l}$, où k est la capacité inductive spécifique du milieu diélectrique interposé.

La valeur de la charge Q ne dépend que de la différence des potentiels entre les conducteurs $U = V_1 - V_2$, mais non des valeurs absolues V_1 et V_2 des potentiels des deux pôles de la source. On pourra donc, pour simplifier, opérer toujours en mettant l'un des pôles de la source en relation avec la terre, c'est-à-dire au potentiel zéro, et en mettant de même à la terre l'un des conducteurs, l'autre étant relié au pôle libre de la source.

On aurait alors :

$$+Q = CV$$

ou bien

$$-Q = C(-V),$$

selon que l'un ou l'autre pôle de la source aura été mis à la terre. Mais dans l'un et l'autre cas, on a :

$$C = \frac{Q}{V}$$

pour la valeur du coefficient de proportionnalité.

2. *Conducteurs multiples.* — Mais la définition est moins facile lorsqu'il s'agit de plusieurs conducteurs portés à des potentiels différents, tels qu'ils se présentent dans les câbles multiples recouverts d'une enveloppe conductrice, ou enfouis dans le sol. Ce qu'il importe de connaître et de prédéterminer, c'est, en fin de compte, ce qu'on peut appeler la capacité en service, c'est-à-dire celle qui détermine le courant de charge en fonction de la force électromotrice de la source et de sa fréquence.

Mais en pratique, cette capacité particulière n'est pas facilement mesurable directement avant la mise en service du câble. Il faut la déduire de mesures faites sur des groupements particuliers des divers conducteurs. Il est donc nécessaire d'étudier la question dans toute sa généralité.

Les considérations sont plus simplement exposées lorsqu'on ne considère que les potentiels absolus — par rapport à la terre — de chaque conducteur. On supposera donc que tous ont été chargés à l'aide de sources de forces électromotrices dont l'un des pôles serait mis à la terre.

Soient donc 1, 2, 3..., n, des conducteurs primitivement isolés. On relie l'un d'eux p à une source, comme il est figuré (fig. 1); il se trouve ainsi chargé d'une quantité $+q_p$ et porté à un potentiel $+V_p$. Tous les autres conducteurs, reliés au sol, prennent des charges $-q_1$, $-q_2$, etc., dont la somme égale, en signe contraire, la charge $+q_p$. Chacune de ces charges est proportionnelle d'abord à V_p et, en outre, à une fonction de la forme des conducteurs, de leur distance à p et de la nature du milieu interposé. On peut donc écrire :

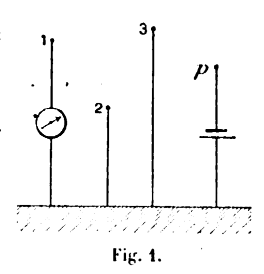


Fig. 1.

$$q_1 = \gamma_{1p} V_p$$
$$q_2 = \gamma_{2p} V_p$$
$$\cdots$$

Les coefficients de proportionnalité γ ont évidemment la dimension de capacités, et leur définition, résultant des équations mêmes, est pour chacun le quotient d'une charge par un potentiel. Si l'on fait $V_p = 1$, chacun d'eux aura numériquement la même valeur que la charge q correspondante; mais il est bien homogène à une capacité, et non à une quantité d'électricité, évaluable en farads et non en coulombs.

3. On peut maintenant pousser plus loin l'expérience, et intercaler des sources de force électromotrice dans les fils de terre des divers conducteurs successivement. Chaque fois, une charge nouvelle va se superposer et s'ajouter algébriquement aux charges précédentes. L'état final d'un conducteur, 1 par exemple, sera donc défini par une équation telle que :

$$Q_1 = \gamma_{1.1} V_1 + \gamma_{1.2} V_2 + \ldots + \gamma_{1n} V_n$$

exprimant que la charge finale Q_1 est la somme des charges γV ainsi successivement communiquées. L'état du système de conducteurs sera finalement défini par les équations

$$\left.\begin{array}{l} Q_1 = \gamma_{1.1} V_1 + \gamma_{1.2} V_2 + \ldots + \gamma_{1n} V_n \\ Q_2 = \gamma_{2.1} V_1 + \gamma_{2.2} V_2 + \ldots + \gamma_{2n} V_n \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \quad (1)$$

Il est encore évident qu'on a : $\gamma_{1.2} = \gamma_{2.1}$ et en général $\gamma_{pq} = \gamma_{qp}$, ainsi qu'il est indiqué au paragraphe 1.

Maxwell a appelé γ_{pp} la *capacité* du conducteur p, et γ_{pq} le *coefficient d'induction statique* des conducteurs p et q; mais ces dénominations n'ont pas grande utilité et n'ont pas prévalu.

On peut écrire un système d'équations équivalent au système (1) en raisonnant d'une manière analogue sur une modification de l'expérience fondamentale. — En supposant tous les conducteurs *isolés*, et non à la terre, on peut communiquer à chacun d'eux des charges connues $q_1, q_2 \ldots, q_n$. Chacune d'elles ajoute au potentiel des autres conducteurs une valeur proportionnelle à la charge et à un facteur de proportionnalité α. L'état final est alors défini par le système d'équations ci-après :

$$\left.\begin{array}{l} V_1 = \alpha_{1.1}Q_1 + \alpha_{1.2}Q_2 + \ldots + \alpha_{1n}Q_n \\ V_2 = \alpha_{2.1}Q_1 + \alpha_{2.2}Q_2 + \ldots + \alpha_{2n}Q_n \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ V_n = \ldots \end{array}\right\} \quad (2)$$

Ce système s'obtiendrait directement en résolvant les équations (1) par rapport aux potentiels. Les coefficients α, de dimension $\frac{V}{Q}$, sont évidemment homogènes à l'inverse d'une capacité.

Les formules générales (1) et (2) ne sont que des approximations, car elles supposent que la répartition de la charge sur un conducteur n'est pas modifiée lorsqu'on vient à charger un conducteur voisin. Mais l'erreur qui peut résulter de cette simplification doit être tout à fait négligeable puisque l'expérience donne une vérification très satisfaisante des formules d'application qui vont être déduites des équations (1) et (2).

4. Les coefficients γ pourraient être aisément mesurés. On mettrait à la terre tous les conducteurs moins un seul, p. Ce dernier serait chargé au potentiel connu V volts au moyen d'une pile dont l'autre pôle serait à la terre. Chaque conducteur prendrait alors une charge de q coulombs définie par l'une des équations

$$q_1 = \gamma_{1p}V_p$$
$$q_2 = \gamma_{2p}V_p$$
$$\ldots\ldots$$

Ces quantités peuvent se mesurer au moyen de galvanomètres balistiques intercalés dans les fils de terre des conducteurs. Au moment où l'on déchargerait le conducteur p, chacun d'eux prendrait une élongation mesurant la quantité q_n correspondante au conducteur, d'où

$$\gamma_{1p} = \frac{q_1}{V_1} \text{ farad},$$
$$\gamma_{2p} = \ldots, \text{ etc.}$$

On obtiendrait d'une manière analogue les valeurs des facteurs α du groupe (2).

5. Dans les lignes de transmission en général, dans les câbles en particulier, les conducteurs peuvent être considérés comme des cylindres circulaires parallèles entre eux. Ces conditions simples rendent relativement facile le calcul des coefficients γ ou α d'où dépend la détermination, avant construction, de la capacité correspondant à un groupement quelconque de ces conducteurs, et, particulièrement de la capacité en service. Il suffit pour cela d'établir, dans ces conditions spéciales, la relation entre le potentiel et la charge.

Soient donc (fig. 2) 2 conducteurs parallèles indéfinis. L'un d'eux, A, porte une charge linéaire de Q/l coulombs par km, par exemple. Il faut chercher quel potentiel en résultera sur le conducteur B. En un point quelconque, B, la composante du champ de force électrique est égale à $\frac{2Q/l}{r_1}$, où r_1 est la distance entre les conducteurs A et B. Cette composante est égale à la dérivée du potentiel dans la même direction, changée de signe. Donc :

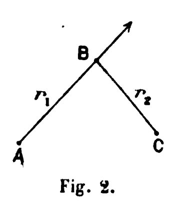


Fig. 2.

$$-\frac{dV}{dr} = \frac{2Q/l}{r_1}$$

d'où

$$-V = Q/l \log_e r_1.$$

Si un autre conducteur C, à distance r_2, porte une charge linéaire de $-\frac{Q}{l}$, complémentaire de celle du premier, on aura pour potentiel dû à l'ensemble de ces deux :

$$V = 2Q/l \log_e \frac{r_2}{r_1}. \qquad (3)$$

On suppose ici la capacité inductive spécifique du milieu, égale à l'unité. S'il en est autrement, tous les seconds membres devraient être divisés par la valeur χ de cette quantité.

De ce qui précède résulte que, dans le cas de lignes aériennes ou de câbles, chacun des coefficients tels que α_{pq} des formules (2) est de la forme $2 \log_e r_q$, où r_q est la distance entre les conducteurs p et q. Quant à α_{pp} il est égal à $2 \log_e \rho_p$, où ρ_p est le rayon du conducteur p. Toutes les charges qu'il porte étant, en effet, uniformément réparties à sa surface, et à distance ρ de son axe, on peut les considérer comme concentrées sur une génératrice quelconque de cette surface.

6. La présence d'un plan conducteur indéfini (la terre), ou bien celle d'une enveloppe conductrice entourant tous les autres conducteurs, détermine une région équipotentielle du champ. On sait que le moyen simple de tenir compte de ce conducteur de forme spéciale consiste à remplacer son action par celle des *images électriques* des autres conducteurs par rapport à lui. L'image d'un conducteur, par rapport à un plan indéfini, est un autre conducteur symétriquement placé, occupant par conséquent la même place que son image virtuelle formée par le plan se comportant comme un miroir. En supposant cette image chargée comme le conducteur qu'elle représente, mais en signe opposé, on pourra substituer son action à celle du plan indéfini par rapport à tous les autres conducteurs.

Pour une enveloppe circulaire, on peut employer le

même artifice. Mais la position de l'image doit être alors déterminée par un calcul assez simple. Cette image (fig. 3) d'un conducteur A à distance a de l'axe de l'enveloppe est un conducteur virtuel A', situé sur le prolongement du rayon OA et à une distance de l'axe d, définie par :

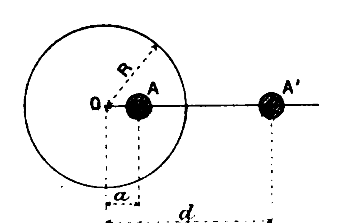


Fig. 3.

$$d = \frac{R^2}{a}.$$

Ainsi, qu'il s'agisse d'un plan conducteur tel que la terre, ou d'une enveloppe cylindrique telle que la gaine de plomb ou l'armature d'un câble, il sera toujours possible de tenir compte de leur action en leur substituant les images électriques des conducteurs.

7. Le conducteur enveloppe jouerait par rapport aux conducteurs intérieurs le même rôle que la terre dans les expériences relatées au § 4. Si V_0 est le potentiel de l'enveloppe, les groupes d'équations (1) et (2) subsistent seulement à la condition de remplacer les potentiels absolus (par rapport à la terre) V_1, V_2 ... etc., par les potentiels relatifs à l'enveloppe, c'est-à-dire par :

$$V_1 - V_0 \;;\; V_2 - V_0 \;;\; \dots \text{ etc.}$$

On peut cependant conserver la forme primitive, mais en apportant aux coefficients γ ou α la correction nécessaire. La valeur expérimentale de ces coefficients se déterminerait en répétant les mêmes expériences que ci-dessus, mais toujours en substituant à la mise à la terre la jonction à l'enveloppe.

Les câbles sont, le plus souvent, formés de conducteurs égaux et symétriquement répartis autour de l'axe. Dans ces conditions, les coefficients α se ramènent à un très petit nombre de valeurs distinctes. En particulier, si l'on considère l'enveloppe d'un tel câble, son potentiel V_0 est déterminé par la somme des actions de tous les conducteurs, réels et virtuels. On peut grouper ceux-ci deux à deux, chacun avec son image ; ils possèdent des charges linéaires $A = Q/l$ égales et de signes contraires et on a évidemment :

$$V_0 = 2A_1 \log_e \frac{R}{a} + 2A_2 \log_e \frac{R}{a} + \dots$$
$$= 2(A_1 + A_2 + \dots) \log_e \frac{R}{a}.$$

Dans l'application des formules générales (2) il conviendra donc d'écrire :

$$\left.\begin{array}{l} V_1 - V_0 = \alpha_{1.1}A_1 + \alpha_{1.2}A_2 + \dots \\ V_2 - V_0 = \alpha_{2.1}A_1 + \alpha_{2.2}A_2 + \dots \\ \dots\dots\dots\dots \end{array}\right\} \quad (4)$$

Ou bien, si l'on conserve leur forme primitive, il faudra remplacer les coefficients de forme α_{pq} par d'autres α'_{pq} dont la valeur résultera de la substitution à V_0 de sa valeur énoncée ci-dessus.

8. Application à un câble à 4 conducteurs égaux et

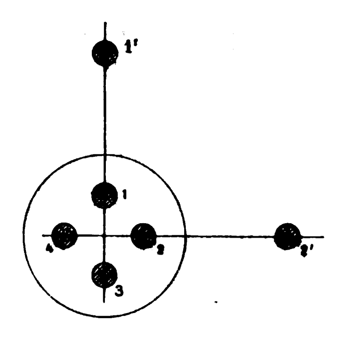


Fig. 4.

symétriquement placés dans une gaine de plomb (fig. 4).

Distance d'un conducteur à l'axe a.

Distance de l'image à l'axe $d = \frac{R^2}{a}$.

Rayon de l'enveloppe R.

Les quatre équations sont :

$$V_1 - V_0 = 2A_1 \log_e \frac{r_{1.1}'}{r_{1.1}} + 2A_2 \log_e \frac{r_{1.2}'}{r_{1.2}} + 2A_3 \log_e \frac{r_{1.3}'}{r_{1.3}} +$$
$$+ 2A_4 \log_e \frac{r_{1.4}'}{r_{1.4}},$$

$V_2 - V_0 =$ etc., par permutation des indices,

$V_3 - V_0 =$ — — —

$V_4 - V_0 =$ — — —

Les distances à considérer sont au nombre de six, savoir :

$r_{1.1} = r_{2.2} = \text{etc.} = r$ rayon du conducteur

$r_{1.2} = r_{1.4} = \text{etc.} = a\sqrt{2}$

$r_{1.3} = r_{2.4} = \text{etc.} = 2a$

$r_{1.1}' = r_{2.2}' = \text{etc.} = \dfrac{R^2 - a^2}{a}$

$r_{1.2}' = r_{1.4}' = \text{etc.} = \dfrac{\sqrt{R^4 + a^4}}{a}$

$r_{1.3}' = r_{2.4}' = \text{etc.} = \dfrac{R^2 + a^2}{a}.$

Substituant ces valeurs, il vient :

$$V_1 - V_0 = 2A_1 \log_e \frac{R^2 - a^2}{ar} + 2A_2 \log_e \frac{\sqrt{R^4 + a^4}}{a^2\sqrt{2}} +$$
$$+ 2A_3 \log_e \frac{R^2 + a^2}{2a^2} + 2A_4 \log_e \frac{\sqrt{R^4 + a^4}}{a^2\sqrt{2}}$$

$V_2 - V_0 = \dots$

Remplaçant V_0 par sa valeur, et posant, pour simplifier l'écriture :

$$\alpha = 2 \log_e \frac{R^2 - a^2}{ar} \cdot \frac{R}{a}$$
$$\beta = 2 \log_e \frac{\sqrt{R^4 + a^4}}{a^2\sqrt{2}} \cdot \frac{R}{a}$$
$$\gamma = 2 \log_e \frac{R^2 + a^2}{2a^2} \cdot \frac{R}{a}$$

il vient :

$$\left.\begin{array}{l} V_1 = \alpha A_1 + \beta(A_2 + A_4) + \gamma A_3 \\ V_2 = \alpha A_2 + \beta(A_1 + A_3) + \gamma A_4 \\ V_3 = \alpha A_3 + \beta(A_2 + A_4) + \gamma A_1 \\ V_4 = \alpha A_4 + \beta(A_1 + A_3) + \gamma A_2 \end{array}\right\} \quad (5)$$

9. Supposons que ce câble soit utilisé à la transmission d'un courant alternatif simple, pour laquelle on a réuni les conducteurs deux à deux en parallèle.

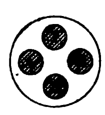


Fig. 5.

1° Soit d'abord 1 et 3 d'une part, 2 et 4 de l'autre (fig. 5).

On a dès lors

$$V_1 = V_3 \; ; \; V_2 = V_4 ;$$
$$V_1 + V_2 = V_3 + V_4 = 0,$$

en outre, si l'enveloppe est à la terre, on a aussi $V_0 = 0$.

Le système d'équations se réduit à :

$$V_1 = (\alpha + \gamma)A_1 + 2\beta A_2$$
$$V_2 = (\alpha + \gamma)A_2 + 2\beta A_1.$$

Si le courant est sinusoïdal simple, on a aussi

$$A_1 = -A_2 \quad \text{et} \quad V_1 = -V_2.$$

Résolvant en A_1 et A_2 il vient :

$$A_1 \{ (\alpha + \gamma)^2 - 4\beta^2 \} = V_1(\alpha + \gamma) - 2\beta V_2$$
$$A_2 \{ (\alpha + \gamma)^2 - 4\beta^2 \} = V_2(\alpha + \gamma) - 2\beta V_1$$

Remplaçant V_2 par $-V_1$ on a :

$$A_1 \{ (\alpha + \gamma)^2 - 4\beta^2 \} = V_1(\alpha + \gamma + 2\beta),$$

et finalement :

$$\frac{A_1}{V_1} = \frac{1}{\alpha - 2\beta + \gamma} = \frac{A_2}{V_2}.$$

Substituant les valeurs de α, β, γ, on trouve après quelques simplifications :

$$\frac{A}{V} = \frac{1}{2 \log_e \frac{a}{r} \cdot \frac{R^4 - a^4}{R^4 + a^4}}.$$

La capacité linéaire $\frac{A}{V}$ ainsi déterminée se rapporte à un seul des conducteurs. Il est facile de passer de là à la valeur pratique, qui donnera la valeur du courant de capacité.

Pour ces câbles multiples, il est plus simple de considérer toujours la tension *étoilée*, c'est-à-dire rapportée au point neutre, E_0.

Comme on a ici deux conducteurs en parallèle, il faut d'abord doubler la valeur ci-dessus. Pour l'exprimer en microfarads par kilomètre, et tenir compte de la capacité inductive spécifique du milieu, supposé homogène, entre les conducteurs jusqu'à l'enveloppe on écrira finalement :

$$C/l = \frac{\chi}{9} \cdot \frac{1}{\log_e \cdot \frac{a}{r} \frac{R^4 - a^4}{R^4 + a^4}} \text{ microf : km.}$$

2° *Groupement* 1 *et* 2, 3 *et* 4. — On obtiendra sans plus de difficulté la capacité correspondant à ce groupement, que l'on trouve égale à :

$$\frac{Q}{V} = \frac{1}{\alpha - \gamma}$$

d'où :

$$C/l = \frac{\chi}{9} \cdot \frac{1}{\log_e \frac{2a}{r} \cdot \frac{R^2 - a^2}{R^2 + a^2}}.$$

Dans tous les cas, le courant de capacité sera donné par la formule connue :

$$I = E_0 \omega C.$$

3° Si l'on emploie ce même câble pour transmettre du courant diphasé, les conducteurs de chaque phase étant diamétralement opposés, on trouvera encore $\frac{Q}{V} = \frac{1}{\alpha - \gamma}$. La capacité de charge, dans chaque phase, sera alors :

$$C/l = \frac{\chi}{9} \cdot \frac{1}{2 \log_e \frac{2a}{r} \cdot \frac{R^2 - a^2}{R^2 + a^2}}.$$

10. Le tableau suivant résume les capacités de services ainsi établies pour des câbles à 2, 3, 4 conducteurs parallèles dans une enveloppe circulaire :

TABLEAU I

CAPACITÉS LINÉAIRES EN SERVICE, DES CABLES A CONDUCTEURS MULTIPLES CIRCULAIRES ÉGAUX ET SYMÉTRIQUES

r, rayon d'un conducteur; R, rayon de l'enveloppe; a, distance de l'axe d'un conducteur à celui du câble.

Valeurs en microfarads par kilomètre.

2 conducteurs :

$$C/l = \frac{\chi}{9} \frac{1}{2 \log_e \frac{2a}{r} \cdot \frac{R^2 - a^2}{R^2 + a^2}}.$$

3 conducteurs :

$$C/l = \frac{\chi}{9} \frac{1}{\log_e \frac{3a^2}{r^2} \cdot \frac{(R^2 - a^2)^3}{R^6 - a^6}}.$$

4 conducteurs, emploi en diphasé :

$$C/l = \frac{\chi}{9} \frac{1}{2 \log_e \frac{2a}{r} \cdot \frac{R^2 - a^2}{R^2 + a^2}}.$$

4 conducteurs, emploi en alternatif simple, groupement en parallèle des âmes en diagonale :

$$C/l = \frac{\chi}{9} \frac{1}{\log_e \frac{a}{r} \cdot \frac{R^4 - a^4}{R^4 + a^4}}.$$

4 conducteurs, emploi en alternatif simple, groupement en parallèle des câbles voisins :

$$C/l = \frac{\chi}{9} \frac{1}{\log_e \frac{2a}{r} \cdot \frac{R^2 - a^2}{R^2 + a^2}}.$$

Tous les logarithmes sont népériens.

Ces valeurs sont rapportées à la f. é. m. étoilée E_0 même pour courant alternatif simple ou continu.

$$I_c = E_0 \omega C$$

donne le courant de charge sans f. é. m. alternative.

Pour la commodité d'emploi, les graphiques 1 à 3 donnant la valeur de la fraction multiplicatrice de $\frac{\gamma}{9}$ ont été calculés et sont donnés plus loin.

11. La capacité en service intéresse l'exploitant; mais ce n'est pas elle qui donne au constructeur les renseignements pratiques qui servent de contrôle à sa fabrication. Ce sont les mesures balistiques prises avec divers groupements de conducteurs qui remplissent cette fonction. Les formules développées ci-dessus permettraient en toute rigueur de calculer les valeurs de capacités correspondantes; mais on peut y arriver plus simplement en réduisant les formules à une nouvelle forme.

Les équations déduites du groupe (1) et de forme

$$\left.\begin{aligned} A_1 &= \gamma_{1.1}V_1 + \gamma_{1.2}V_2 + \dots \gamma_{1n}V_n \\ A_2 &= \gamma_{2.1}V_1 + \gamma_{2.2}N_2 + \dots \\ &\dots\dots\dots\dots \end{aligned}\right\}$$

peuvent être développées et groupées ensuite de manière à mettre en facteurs les différences des potentiels entre l'un d'eux et tous les autres successivement. On a ainsi :

$$\left.\begin{aligned} A_1 &= C_{1.0}(V_1 - V_0) + C_{1.2}(V_1 - V_2) + \dots \\ A_2 &= C_{2.0}(V_2 - V_0) + C_{2.1}(V_2 - V_1) + \dots \\ &\dots\dots\dots\dots \end{aligned}\right\} \quad (1\,b)$$

Les facteurs C_{pq} peuvent s'appeler, si l'on veut, la capacité du conducteur p par rapport à chacun des autres. Cette nouvelle forme des équations se prête à la représentation schématique suivante, pour un câble à 3 conducteurs par exemple (fig. 6) :

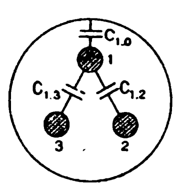


Fig. 6.

La comparaison des deux groupes d'équations conduit facilement, par l'élimination des potentiels, à la relation entre les facteurs γ_{pq} et C_{pq}. Ainsi, pour un câble à 3 conducteurs, on trouve sans peine :

$$\begin{aligned} C_{1.0} &= \gamma_{1.1} + \gamma_{1.2} + \gamma_{1.3} \\ C_{2.0} &= \gamma_{2.1} + \gamma_{2.2} + \gamma_{2.3} \\ C_{3.0} &= \gamma_{3.1} + \gamma_{3.2} + \gamma_{3.3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{1.3} &= C_{3.1} = -\gamma_{1.3} \\ C_{1.2} &= C_{2.1} = -\gamma_{1.2} \\ C_{2.3} &= C_{3.2} = -\gamma_{2.3} \end{aligned}$$

Si les conducteurs sont égaux et régulièrement répartis autour de l'axe, on a :

$$\begin{aligned} \gamma_{1.1} = \gamma_{2.2} = \gamma_{3.3} \quad &\text{posons} = \gamma' \\ \gamma_{1.3} = \gamma_{1.2} = \gamma_{2.3} \quad &\text{—} \quad = \gamma'' \end{aligned}$$

d'où

$$\begin{aligned} \gamma' &= C_{1.0} + C_{1.2} \\ \gamma'' &= -C_{1.2} \end{aligned}$$

et les équations deviennent, pour ce cas particulier, simplement :

$$\left.\begin{aligned} A_1 &= (C_{1.0} + 3C_{1.2})V_1 - C_{1.0}V_0 \\ A_2 &= (C_{1.0} + 3C_{1.2})V_2 - C_{1.0}V_0 \\ A_3 &= (C_{1.0} + 3C_{1.2})V_3 - C_{1.0}V_0 \end{aligned}\right\} \quad (1.\,c)$$

J'ai autrefois [1] appelé S la quantité $C_{1.0}$ et K la quantité $C_{1.2}$, on a donc aussi :

$$\begin{aligned} A_1 &= (S + 3K)V_1 - SV_0 \\ A_2 &= \dots\dots\dots \\ A_3 &= \dots\dots\dots \end{aligned}$$

12. Les coefficients S et K peuvent s'exprimer encore en fonction de α, β, etc., facteurs des différences de potentiels $(V_1 - V_0)$, $(V_2 - V_0)$... entre conducteurs et enveloppe. Pour un câble à 3 conducteurs par exemple, de :

$$\begin{aligned} (V_1 - V_0) &= \alpha A_1 + \beta A_2 + \beta A_3 \\ (V_2 - V_0) &= \beta A_1 + \alpha A_2 + \beta A_3 \\ (V_3 - V_0) &= \beta A_1 + \beta A_2 + \alpha A_3 \end{aligned}$$

on tire :

$$A_1 = \frac{-(\beta+\alpha)(V_1 - V_0) + \beta(V_2 - V_0) + \beta(V_3 - V_0)}{(\alpha + 2\beta)(\beta - \alpha)}.$$

D'autre part, l'expression

$$A_1 = C_{1.0}(V_1 - V_0) + C_{1.2}(V_1 - V_2) + C_{1.3}(V_1 - V_3)$$

peut s'écrire :

$$A_1 = (C_{1.0} + C_{1.2} + C_{1.3})(V_1 - V_0) - C_{1.2}(V_2 - V_0) - \\ - C_{1.2}(V_3 - V_0).$$

En identifiant les deux expressions, et remarquant que $C_{1.2} = C_{1.3}$ dans un câble à conducteurs égaux et symétriques, on trouve :

$$C_{1.2} = C_{1.3} = K = \frac{-\beta}{(\alpha + 2\beta)(\beta - \alpha)}$$

$$C_{1.0} + C_{1.2} + C_{1.3} = \frac{-(\beta + \alpha)}{(\alpha + 2\beta)(\beta - \alpha)}$$

d'où

$$S = C_{1.0} = \frac{1}{(\alpha + 2\beta)}.$$

On peut traiter de même les autres câbles; pour celui à 2 conducteurs, on trouve :

$$K = C_{1.2} = \frac{\beta}{(\alpha^2 - \beta^2)}$$

$$S = C_{1.0} = \frac{1}{\alpha + \beta}$$

d'où l'on peut aussi déduire les valeurs de α et β en fonction de K et S :

$$\alpha = \frac{K + S}{S(S + 2K)} \quad \text{et} \quad \beta = \frac{K}{S(S + 2K)}.$$

13. Les capacités réalisables par les divers groupements possibles de conducteurs et d'enveloppe, telles que les donnent les mesures balistiques, sont donc ainsi direc-

[1] *Bulletin de la Société des électriciens*, 1904.

tement calculables, si l'on connaît la capacité inductive spécifique χ du milieu. La figuration schématique de la figure 6 permet de chiffrer très rapidement, en fonction des coefficients S ou K (ou si l'on préfère $C_{1.0}$ et $C_{1.2}$, ou encore α et β), la valeur de toute combinaison quelconque. Le tableau II donne les valeurs relatives à divers groupements pour des câbles à 2, 3 et 4 conducteurs. Pour ces derniers, il est évident qu'il y aurait à considérer trois coefficients au lieu de deux pour pouvoir représenter le résultat de toutes les combinaisons.

TABLEAU II

CAPACITÉS DES DIVERS GROUPEMENTS DE CONDUCTEURS DANS LES CABLES MULTIPLES

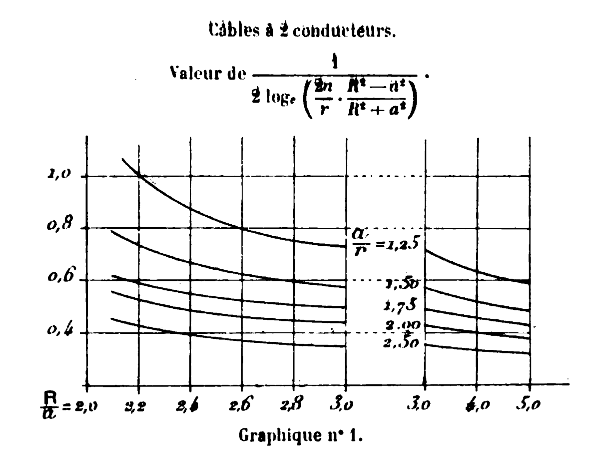
TYPE DE CABLE.	GROUPEMENT.	CAPACITÉ EN FONCTION DE S ET K.	CAPACITÉ EN FONCTION DE α ET β.
Concentrique.	1/2	K	
	2/P	S	
	1/P	$\frac{KS}{K+S}$	
2 conducteurs parallèles.	1,2/P	$2S$	
	1/2,P	$S+K$	
	1/2	$\frac{S}{2}+K$	$\frac{\alpha-3\beta}{\alpha^2-\beta^2}$
	1/P	$S+\frac{KS}{K+S}$	
3 conducteurs parallèles.	1,2,3/P	$3S$	
	1,2/3,P	$2(S+K)$	
	1/2,3,P	$S+2K$	
	1,2/P	$2S+\frac{2KS}{2K+S}$	
	1/2,P	$S+\frac{3K}{2}$	
	1/2,3	$\frac{2}{3}(S+3K)$	
	1/P	$S+\frac{2KS}{K+S}$	
	1/2	$\frac{1}{2}(5K+S)$	$\frac{1}{2(\alpha-\beta)}$
4 conducteurs parallèles.	1,2,3,4/P	$4S$	
	1/2,3,4,P	$\frac{3}{5}S+K_1+K_2$	
	1,2/3,4	$S+2K_2$	
	1,3/2,4	$\frac{1}{2}(S+2K_1)$	
	etc.	etc.	

On peut remarquer que, dans tous les cas, la capacité *en service*, valeur qui entre dans le calcul du courant de charge, et dont on a donné l'expression mathématique ci-dessus, se trouve être le double de la capacité mesurée entre deux conducteurs, tous les autres et l'enveloppe restant isolés.

Pour la facilité du calcul de ces capacités en service avant construction, nous avons calculé et groupé en courbes les valeurs des différentes fractions de la forme $\frac{1}{\log_e f(Rra)}$ pour les différents types de câbles. Pour la commodité du calcul, il faut prendre comme variables $\frac{a}{r}$ et $\frac{R}{a}$.

Câbles à 2 conducteurs.

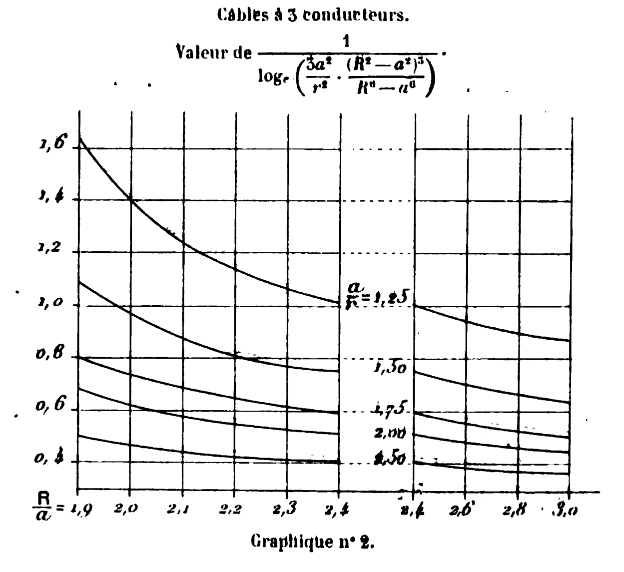
Valeur de $\frac{1}{2\log_e\left(\frac{2a}{r}\cdot\frac{R^2-a^2}{R^2+a^2}\right)}$.



Graphique n° 1.

Câbles à 3 conducteurs.

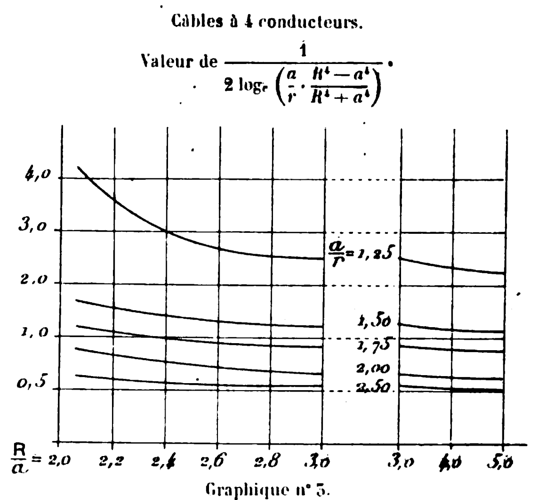
Valeur de $\frac{1}{\log_e\left(\frac{3a^2}{r^2}\cdot\frac{(R^2-a^2)^3}{R^6-a^6}\right)}$.



Graphique n° 2.

Câbles à 4 conducteurs.

Valeur de $\frac{1}{2\log_e\left(\frac{a}{r}\cdot\frac{R^4-a^4}{R^4+a^4}\right)}$.



Graphique n° 3.

14. *Exemple d'application de ces courbes.* — Soit un câble à trois conducteurs dont les dimensions caractéristiques sont :

$$r = 0{,}5 \text{ cm}; \quad a = 0{,}85 \text{ cm}; \quad R = 2{,}0 \text{ cm};$$

on en déduit :

$$\frac{a}{r} = 1{,}70 \quad \frac{R}{a} = 2{,}35.$$

En se reportant au tableau, on voit que la capacité linéaire étant :

$$C/l = \frac{\chi}{9} \cdot \frac{1}{\log_e\left(\frac{3a^2}{r^2} \cdot \frac{R^2 - a^2}{R^2 + a^2}\right)}$$

la valeur de la fraction logarithmique est égale environ à 0,62.

Si la capacité inductive spécifique χ vaut 3, on a comme valeur de la capacité linéaire :

$$C/l = 0{,}21 \text{ microfarad : km.}$$

Ce câble est employé à construire une ligne de 5 km de longueur, destinée à recevoir du courant triphasé produit sous 5000 volts, et à la fréquence 50. Le courant de charge sera :

$$I = E_0 \omega C = \frac{5000}{\sqrt{3}} \cdot 100\pi \cdot 0{,}21 \cdot 5 \text{ micro-ampères}$$
$$= 0{,}95 \text{ ampère.}$$

15. L'expérience permet de vérifier ces formules. En particulier, elle peut servir à contrôler dans quelle mesure est justifiée l'hypothèse de l'homogénéité du diélectrique, hypothèse nécessaire pour rendre le calcul abordable. On sait en effet que les âmes des câbles sont généralement recouvertes de papier ou de toile; mais que l'on doit leur accoler des torons de jute ou de chanvre, destinés à donner à l'ensemble la forme d'un cylindre circulaire. L'imprégnation des matières diélectriques portant généralement sur l'ensemble, on est fondé à penser que, malgré la diversité des matières de support, l'hypothèse de l'homogénéité diélectrique est acceptable.

C'est en effet ce qui résulte de très nombreux essais de fabrication, enregistrés en dehors de toute préoccupation de vérification de formules, et exécutées sans rechercher d'autre précision que celle des mesures courantes d'atelier.

Exemple : Câble de 3 . 75 mm², longueur 260 mm. Les groupements suivants donnent :

1,2,3/P 0,308 microfarad : km.
1,2/3,P 0,279 —

De ces mesures on tire $S = 0{,}103$ et $K = 0{,}036$.

De là, par le calcul, les autres valeurs que l'on compare au résultat des mesures :

Groupement. .	1/2.3,P	1/P	1.2/P	1/2	1,2/3
Calculé	0,175	0,136	0,248	0,103	0,142
Mesuré	0,176	0,157	0,245	0,108	0,143

On pourrait multiplier à l'infini les vérifications de ce genre.

Tous les groupements de conducteurs peuvent donc, au moyen de ces relations, se formuler aussi bien en fonction de α et β que de S et K. Ainsi, pour le câble à deux, on trouve sans difficulté :

$$1/2, P \text{ valeur } \frac{\alpha}{\alpha^2 - \beta^2} \quad \text{ou} \quad S + K$$

$$1/P \quad — \quad \frac{1}{\alpha} \quad \text{ou} \quad S + \frac{KS}{K + S}.$$

Le tableau II (voy. plus haut) donne en fonction de α et β les capacités linéaires des combinaisons 1/2 que nous avons dit être égales à la moitié de celle en service. Les différentes formes que peuvent recevoir ces expressions sont utilisées selon la commodité qu'elles présentent dans chaque cas particulier. Les paramètres α et β sont ceux qui s'introduisent naturellement dans le calcul; mais les paramètres S et K permettent une figuration schématique plus simple des divers groupements de conducteurs et l'établissement pour ainsi dire « à vue » des formules correspondantes.

(*A suivre.*) R.-V. Picou.

PROGRÈS DES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES

Il y a deux ans, nous avons tenté de résumer ici même [1] dans ses grandes lignes, l'état des industries électrochimiques, plus particulièrement au point de vue économique.

Il est intéressant d'exposer aujourd'hui le chemin parcouru depuis cette époque. En notre siècle d'activité fébrile, deux ans dans l'histoire d'une industrie nouvelle suffisent pour marquer une évolution.

En fait, peu — nous pouvons même dire point — de procédés nouveaux ont été mis en pratique; mais, par contre, l'on constate un mouvement d'extension considérable dans certaines branches de l'électro-chimie, notamment l'industrie carburière, celle des gaz oxygène et ozone, et dans la métallurgie.

Nous allons passer rapidement en revue les étapes accomplies par l'électro-chimie et l'électro-métallurgie dans leur marche au progrès, en nous arrêtant seulement aux faits marquant la victoire définitive des méthodes électriques nouvelles sur les anciens procédés.

Soude et chlorures décolorants. — La situation précaire que nous avons signalée en son temps s'est améliorée, semble-t-il. Néanmoins, cette branche de l'électrochimie n'est pas des plus prospères, et ce n'est toujours qu'une minime fraction de la production commerciale qui se fabrique électrolytiquement.

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 mai 1904, p. 213.

Les deux gros inconvénients sont, d'une part, le coût considérable des installations qui exigent une immobilisation de capital énorme grevant le prix de revient de frais d'amortissement élevés, et, d'autre part, le peu de valeur commerciale des chlorures décolorants. En outre, le rendement chimique de l'opération laisse parfois à désirer, l'utilisation du chlorure de sodium étant imparfaite.

L'usine continentale la plus considérable à notre connaissance, se livrant à cette fabrication, est l'usine installée par la Société Solvay à Jemeppe-sur-Sambre. Les résultats d'exploitation sont, paraît-il, assez satisfaisants, ce que nous n'hésitons pas à attribuer à l'importance de l'installation; l'usine en question occupe, en effet, un terrain de 25 hectares et emploie 750 kilowatts pour une production annuelle de 7500 tonnes de produits électrolytiques divers, lessive de soude, chlorures, etc.

On a cherché à élargir le champ d'applications de l'électrolyse des solutions de chlorure de sodium, et des essais ont été faits, en Angleterre notamment, pour employer les solutions d'hypochlorites électrolytiques à l'épuration des eaux d'égout. Mais le coût a toujours été beaucoup plus élevé et les installations nécessaires plus considérables que par la méthode, classique en Angleterre, de l'épuration bactérienne de l'effluent.

Produits chimiques peroxydés. — Ici le triomphe de la méthode électro-chimique est complet. Les chlorates, perchlorates, peroxydes, perborates alcalins ou alcalino-terreux sont, en France du moins, à peu près exclusivement fabriqués électrolytiquement, dans les usines de la Société d'Électro-chimie à Saint-Michel-de-Maurienne et Vallorbes, et dans celles de la Société des usines de l'Arve, à Chedde.

Nous croyons qu'un grand avenir est réservé à la fabrication des peroxydes alcalins, lesquels sont de plus en plus utilisés comme agents de blanchiment pour les pailles et poils à chapeaux, le lin et la laine. L'eau oxygénée employée généralement est coûteuse, d'une fabrication délicate, et surtout se décompose rapidement à l'air, en perdant ses propriétés. L'emploi du peroxyde de sodium, dont la conservation est beaucoup plus facile et qui, par décomposition au contact d'eau acidulée, fournit de l'eau oxygénée prête pour l'usage, se généralisera donc rapidement dès que la routine inévitable attachée à l'emploi d'un produit constamment usité jusqu'alors, sera définitivement vaincue.

A elle seule, la Société d'Électro-chimie fabrique pour plus de 200 tonnes de peroxyde par an; le procédé appliqué consiste à fabriquer préalablement par voie électrolytique du sodium, lequel est oxydé à haute température par un courant d'air ou d'oxygène.

Signalons, en passant, que la même Société fabrique l' « oxylithe » de M. Jaubert. Tout le monde connaît les propriétés, si pratiques pour les laboratoires, de l'oxylithe, qui dégage de l'oxygène par simple contact avec l'eau. Ce produit est à base de peroxyde de sodium, auquel on a incorporé une certaine proportion de sels étrangers dans le but de modérer et de régulariser la réaction. Ajoutons que M. Jaubert a fort heureusement complété son invention en créant parallèlement ce qu'il nommera sans doute l' « hydrolithe », c'est-à-dire une pierre générant de l'hydrogène, et qui est constituée par de l'hydrure de calcium. La préparation de ce produit est analogue en principe à celle du peroxyde de sodium : on fabrique préalablement du calcium électrolytique, lequel est chauffé ensuite dans un courant d'hydrogène.

L'hydrure de calcium, au contact de l'eau, libère théoriquement 1145 litres d'hydrogène par kilogramme. Pratiquement, le produit industriel fournit 1 mètre cube de gaz par kilogramme. Ceci est d'une importance considérable pour l'aéronautique, et, de façon générale, pour le transport de l'hydrogène, car il ne faut pas oublier que l'emmagasinage du gaz comprimé à 150 kg : cm² dans des bouteilles d'acier, tel qu'il se pratique actuellement, correspond à un poids à transporter de 10 kilogrammes par mètre cube.

Produits chimiques divers. — Nous avons parlé précédemment des possibilités de préparations électro-chimiques de différents composés, notamment le sulfure et les chlorures de carbone, les sels de baryum, l'acide cyanhydrique, le phosphore, l'arsenic, etc.

D'intéressantes tentatives ont bien été exécutées dans cette voie, mais ce sont plutôt des essais de laboratoire que des essais industriels. Indéniablement, plusieurs de ces procédés appliqués sur une grande échelle fourniraient des résultats probants, mais, soit pour cause financière, soit par suite de considérations économiques particulières, soit même simplement par routine indécrottable ou peur exagérée d'essuyer des « plâtres » plus ou moins aléatoires, la situation reste stagnante, et il n'est guère permis de dire que l'électro-chimie est pour quelque chose dans la production industrielle de ces composés.

Nous en arrivons maintenant aux points essentiels de cette étude, c'est-à-dire à ceux où les méthodes électro-chimiques ont acquis une importance économique considérable, et parfois même amené une véritable révolution dans les procédés industriels. Presque tous tiennent dans l'application directe ou indirecte des quelques gaz suivants : oxygène, hydrogène, ozone, acétylène, azote.

L'emploi de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'acétylène dans les procédés de soudure et découpage des métaux a donné à la technologie métallurgique des méthodes de travail d'une souplesse extraordinaire et de conséquences d'une importance imprévue. L'ozone a résolu victorieusement une question d'hygiène moderne du plus haut intérêt, celle de la stérilisation des eaux potables, et promet toute une série de découvertes pratiques considérables dans le domaine de la chimie organique. Quant à la fixation de l'azote atmosphérique, elle a permis, par la

création des engrais synthétiques, d'apporter la contribution efficace de la science au grand problème de l'alimentation des peuples.

La soudure autogène des métaux. — Nous n'avons pas l'intention de faire un exposé de cette méthode merveilleuse de travail, dont la généralisation s'accentue dans les usines de constructions mécaniques; nous en avons d'ailleurs déjà parlé dans de précédents articles; ce que nous voulons constater, c'est que l'industrie en est redevable à l'oxygène électrolytique.

Dès 1896, l'électrolyse de l'eau était pratiquée industriellement par la Société belge « L'Oxhydrique », qui, la première, croyons-nous, rendit la soudure autogène accessible à l'industrie en fournissant les gaz oxhydriques à un prix abordable. Le procédé, vu ses avantages, se répandit rapidement, et la fabrication électrolytique de l'oxygène a aujourd'hui supplanté à peu près complètement les procédés de fabrication chimiques.

La plus grande usine continentale pour la fabrication de l'oxygène électrolytique, est celle de Bruxelles-Molenbeek, dont la puissance de production atteint environ 230 mètres cubes d'oxygène par 24 heures (et 460 d'hydrogène par conséquent) pour une puissance consommée de 125 kilowatts. En France, l'Oxhydrique française, filiale de la Société belge, et employant comme elle les électrolyseurs Garuti, a vu ses moyens de production, par suite de la création d'usines secondaires à Lille et à Lyon, s'élever au delà de 200 mètres cubes par 24 heures.

Mais il est curieux de constater qu'à l'heure actuelle les procédés électrolytiques, qui ont remplacé presque complètement, venons-nous de dire, les procédés chimiques, sont eux-mêmes fortement concurrencés par les procédés de distillation fractionnée de l'air liquide.

Les travaux bien connus de Claude en France, de Linde en Allemagne, sont parfaitement au point, et plusieurs installations d'extraction de l'oxygène de l'air atmosphérique fonctionnent sur un pied industriel. Or, tandis que l'électrolyse de l'eau exige une puissance de 11 à 15 poncelets-heure pour produire 1 mètre cube d'oxygène et 2 mètres cubes d'hydrogène, les installations à air liquide actuelles consomment environ 2 poncelets-heure par mètre cube d'oxygène, et leurs auteurs se flattent d'ici peu de produire 1 mètre cube de ce gaz par cheval-heure (0,75 poncelet).

Aussi la concurrence de l'oxygène extrait de l'air liquide n'a-t-elle pas tardé à produire son effet sur le cours de l'oxygène; alors que le prix du mètre cube s'est maintenu jusqu'ici entre 4 et 5 francs, de récents marchés se sont passés à moins de 2 francs le mètre cube.

Il n'y a qu'à se féliciter de ce résultat, lequel a pour effet d'abaisser le prix des travaux effectués au chalumeau, et, par suite, d'en étendre l'emploi. L'on peut d'ailleurs se rendre compte indirectement du développement considérable pris par l'industrie de la soudure autogène et du coupage des métaux, tant par le chalumeau oxhydrique, que par le chalumeau oxy-acétylénique, en considérant l'énorme production actuelle d'oxygène.

Rien qu'en France, les diverses usines électrolytiques peuvent produire 300 mètres cubés par 24 heures; l'usine Bardot de Vaugirard, équipée avec des machines Linde, 600 mètres cubes, et l'usine de la Société l' « Air Liquide » à Boulogne, équipée avec des machines Claude, 1600 mètres cubes, soit, au total, 2500 mètres cubes d'oxygène par 24 heures!

Nous pourrions dire encore beaucoup de choses sur ce sujet nouveau de la soudure des métaux, mais cela nous conduirait trop loin. Qu'il nous suffise de dire que, en ce qui concerne le gaz combustible, la même lutte économique se poursuit que nous venons de voir se livrer pour le comburant. Ici ce sont l'hydrogène et l'acétylène — deux produits dérivés de l'électro-chimie — qui se trouvent aux prises et de même que l'oxygène extrait de l'eau, fait place à l'oxygène extrait de l'atmosphère, de même l'acétylène semble devoir vaincre l'hydrogène. Questions techniques mises à part (nous avons déjà eu l'occasion de dire qu'au point de vue des propriétés mécaniques la soudure oxy-acétylénique est inférieure à la soudure oxhydrique); la raison en est simple : c'est que l'acétylène dégageant, à volume égal, environ cinq fois plus de calories que l'hydrogène, il en faudra cinq fois moins pour produire le même effet thermique; or ces deux gaz coûtant, en l'état actuel des choses, sensiblement le même prix (1,25 fr environ le mètre cube), il en résulte que la soudure à l'acétylène est bien meilleur marché que la soudure à l'hydrogène.

M. Wiss, dans une récente étude très documentée parue dans le *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, a fourni des chiffres concernant la consommation de gaz et le coût du procédé oxhydrique, chiffres que nous réunissons dans le tableau suivant :

CONSOMMATIONS ET COUTS DE SOUDURE OXHYDRIQUE RAPPORTÉS AU MÈTRE COURANT

ÉPAISSEUR DE TÔLES EN MM.	TEMPS EN MINUTES.	OXYGÈNE EN LITRES PAR MÈTRE.	HYDROGÈNE EN LITRES PAR MÈTRE.	COUT EN FRANCS PAR MÈTRE (1).
0,5	5 à 6	8 à 10	30 à 35	0,095
1	6 8	12 18	50 65	0,15
2	10 12	30 42	120 150	0,28
3	13 16	55 70	240 300	0,50
4	17 20	97 140	420 580	0,80
5	20 23	135 220	730 950	1,20
6	23 26	240 330	1200 1500	2,00
7	26 30	340 430	1850 2200	2,90
8	30 33	500 600	2550 2950	4,00
9	34 37	635 730	3200 3600	5,00
10	38 42	825 940	3900 4500	6.25

(1) L'oxygène est compté à 3,15 fr le m³, l'hydrogène à 90 centimes le m³, et la main d'œuvre à 50 centimes l'heure.

D'autre part, au Congrès de l'Acétylène, tenu à Liège en 1905, il a été communiqué des prix comparatifs entre la rivure et la soudure acétylénique, chiffres fournis par le Bureau Veritas, dont on connait l'autorité incontestée en matières de constructions navales, et que voici :

Prix linéaire en francs par mètre.

Type de jonction.	Épaisseur des tôles, en mm. 2.	3.	4.	6.
Rivetage	1,40	1,48	1,80	2,03
Soudure acétylénique	0,21	0,37	0,82	1,59

Ces chiffres ne sont pas comparables à ceux fournis plus haut, car le coût des gaz, à l'époque de leur constatation, était plus élevé que celui qui a été pris comme base dans le premier tableau. Toutefois, ils montrent que, dès aujourd'hui, la soudure est plus économique que le rivetage, ce qui nous suffit amplement pour constater l'importance de cette nouvelle industrie du chalumeau, que l'on peut, à bon droit, considérer comme une résultante de l'électro-chimie.

L'ozone et la stérilisation des eaux. — Nous avons déjà signalé l'importance industrielle prise par ce gaz depuis qu'on a reconnu son aptitude à stériliser parfaitement les eaux d'alimentation urbaine.

Les essais, jusqu'ici, n'avaient guère été tentés pratiquement qu'en Allemagne; aujourd'hui, l'application de l'ozone à la stérilisation se généralise, et dès que le coût d'obtention de ce gaz se sera davantage abaissé, un grand nombre d'applications d'une réelle importance se feront jour.

Le rendement des ozoneurs industriels est, en effet, encore assez faible : les meilleurs ne fournissent guère plus de 500 grammes d'ozone par kilowatt-heure consommé, et le prix total du produit ressort à 1-1,50 fr par kilogramme. Ce prix, relativement élevé, restreint beaucoup le champ des applications, lequel s'étendrait, sans cela, non seulement à l'épuration des eaux, mais encore à une foule de processus d'oxydation couramment appliqués dans les usines de produits organiques, de matières colorantes et parfums synthétiques notamment, et qui seraient économiquement assurés par l'emploi de l'ozone.

Quoi qu'il en soit, la stérilisation des eaux potables par l'ozone est aujourd'hui un fait accompli, et nous citerons, à titre d'exemple, les installations de la ville de Nice, agglomération importante dont la distribution d'eau est stérilisée électriquement.

A l'heure actuelle, l'usine municipale traite un débit moyen de 240 mètres cubes à l'heure; ce débit sera porté sous peu au triple de cette valeur. Le système employé est du type Otto; le matériel est simple : il comprend essentiellement un alternateur fournissant le courant à un transformateur à 10000 volts, qui alimente l'ozoneur du type Otto; un émulseur sorte d'injecteur, dans lequel l'eau à épurer est envoyée sous pression et entraîne par aspiration l'air ozonisé venant de l'ozoneur, air qui se mélange à l'eau sous forme d'émulsion ; enfin, un ventilateur qui reprend l'air après son passage au travers de l'eau et l'expulse dans l'atmosphère.

Voici maintenant quelques indications intéressantes concernant les résultats obtenus. Au point de vue bactériologique, le rapport soumis au Comité consultatif d'hygiène est particulièrement probant : l'eau brute fournissait une moyenne de 2000 à 2300 germes par centimètre cube, parmi lesquels des bacilles coli et autres germes pathogènes; l'eau traitée, sur 35 essais, s'est montrée 16 fois complètement stérile, et les 14 autres essais ont donné une moyenne de moins de 2 germes par centimètre cube, germe du genre subtilis considérés comme inoffensifs.

Au point de vue économique, la consommation d'ozone ressort à 0,5 — 0,6 g par mètre cube d'eau traitée, et la consommation électrique, pour l'ozonisation, à 2-2,15 kilowatts-heure par 100 mètres cubes. En tenant compte de la force motrice pour la commande de la pompe et du ventilateur, des frais d'exploitation et des frais d'amortissement (4 pour 100), le prix de revient de l'eau stérilisée, en comptant le kilowatt-heure à 3 centimes, est, au total, de 5,22 millimes par m³, soit un peu plus d'un demi-centime par m³!

Ces résultats, qui ont été rendus publics, commencent à être appréciés des municipalités et des bureaux d'hygiène. De tous côtés, les édiles s'apprêtent à étudier l'application de l'ozone, et certains docteurs à reconnaître leur erreur. Alors que nombre de villes — Paris est du nombre — dépensent des millions dans l'adduction de lointaines sources et dans l'organisation compliquée d'une surveillance médicale chimérique et impossible des zones habitées dans la proximité des sources ou aqueducs, les chiffres que nous venons de rappeler montrent que la sécurité hygiénique *complète* peut être assurée pour un demi-centime par mètre cube !

L'ère est venue, croyons-nous, des grosses applications de l'ozone, et, dans cette branche encore, l'avenir apparaît sous d'heureuses perspectives. Ajoutons d'ailleurs que la municipalité parisienne elle-même s'est intéressée à la question, et que de très sérieux essais comparatifs de stérilisation par l'ozone entre différents procédés concurrents s'effectuent, à l'heure actuelle, à l'usine de Saint-Maur.

L'industrie carburière. — Nous avons rappelé précédemment les avatars du carbure de calcium à ses débuts; il est donc inutile d'y revenir, d'autant plus que la situation est aujourd'hui régularisée, et que les récents débouchés de l'acétylène ont fait progresser la consommation de ce produit.

Voici, en effet, d'après les chiffres communiqués au Congrès de Liège par l'Union française des Acétylénistes, le chiffre de la consommation annuelle du carbure de calcium en France :

Année.	Tonnes.
1898-1899	4 500
1899-1900	8 500
1900-1901	10 500
1901-1902	12 000
1902-1903	14 500
1903-1904	16 000
1904-1905	17 000

Le progrès, dans la consommation des trois dernières

années, est incontestablement dû à l'emploi de l'acétylène pour la soudure autogène. Le premier chalumeau oxy-acétylénique, celui de Fouché, date de 1901 ; en 1902, apparaissent deux autres chalumeaux ; c'est donc vraisemblablement à partir de cette date que ce nouveau débouché, qui sera dans quelques années le plus important, a commencé à se répandre.

L'éclairage et le chauffage par l'acétylène, en effet, ne se développent point avec une égale activité ; ceci tient, évidemment, aux questions de règlementation et d'assurances qu'entraîne l'emploi de l'acétylène, à tort ou à raison. En outre, la concurrence du gaz ou de l'électricité empêche l'usage de l'éclairage au gaz acétylène de se répandre dans les villes, et ce n'est guère que dans les campagnes ou les agglomérations ne possédant pas d'usine à gaz, que l'on compte des installations d'éclairage acétylénique de quelque importance.

Le plus grand débouché réside dans les installations ambulantes : fêtes foraines, signaux, appareils de projection, etc., et surtout dans les phares d'automobiles qui, à la presque unanimité, sont à flamme d'acétylène.

En résumé, l'industrie carburière semble aujourd'hui assise sur des bases stables ; le marché économique est sagement régi par le Comptoir de Vente du carbure, et le développement futur que l'on ne pouvait s'empêcher, il y a quelques années, de considérer avec quelque inquiétude, semble assuré grâce à l'emploi, par l'industrie métallurgique, de quantités de plus en plus considérables de carbure.

Enfin, il est une nouvelle fabrication, sœur cadette de celle du carbure, qui, après avoir fait l'objet de nombreuses recherches pratiques récentes, se dresse à l'horizon, semble devoir entrer dans la phase des applications commerciales : c'est celle des engrais synthétiques.

A quelque chose malheur est bon : de même que la recherche de l'utilisation des fours électriques étourdiment construits en vue de la production du carbure, devait conduire à la création de toutes pièces de l'industrie, brillante chez nous, de l'électro-sidérurgie et la fabrication des ferro-alliages, de même, d'autres chercheurs, orientés dans une voie différente, devaient aboutir à une nouvelle application du four électrique, dont nous allons, vu son importance, entretenir particulièrement le lecteur.

(*A suivre.*) J. IZART.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

L'électrolyse des conduites de gaz. — M. Brownell vient de faire une intéressante communication sur ce sujet devant l'*American Institute of Electrical Engineers*. Dans les localités où les chemins de fer ou les tramways électriques sont nombreux, par exemple dans les grandes villes d'Amérique, la corrosion des tuyaux d'eau ou de gaz par les courants vagabonds devient, avec le temps, très importante. On a montré par des expériences qu'un courant d'une intensité d'un ampère qui s'échappe à la surface d'une canalisation en fer qui n'est pas protégée, enlevera pendant un an 9 kg de métal, et 30 kg si la canalisation est en plomb.

On a souvent dit par erreur qu'il faut une différence de potentiel de 1,5 v entre le tuyau et la terre pour produire une corrosion électrolytique sur ces tuyaux. Mais M. Brownell a trouvé qu'une différence de potentiel de 0,2 v est bien suffisante pour détruire plusieurs kilomètres de tuyaux. M. Brownell recommande d'éviter sur les lignes électriques l'emploi de sel pour faire fondre la neige, car il augmente la corrosion électrolytique.

La fonte, lorsqu'elle est attaquée par l'électrolyse, laisse un résidu qui n'a aucune solidité, mais qui trompe souvent l'observateur en lui laissant croire qu'il n'y a aucune détérioration. Toutes choses égales, la fonte peut supporter moins facilement la détérioration que l'acier ou le fer travaillé. On condamne sévèrement des jonctions isolées de tuyaux, car, on a remarqué que le courant passe autour de la jointure, et qu'il produit la corrosion à chaque joint, au lieu de la localiser à l'endroit où le courant sort de la canalisation près de la station. On recommande de plus, de faire les jonctions électriques des tuyaux aussi bien que possible en évitant le matage et en employant les jonctions par boulons.

Les constructions en acier d'un usage si général dans les États-Unis sont, paraît-il, en grand danger de destruction par suite de l'électrolyse. L'auteur connaît une maison dont l'électrolyse a attaqué les fondations, et si cela continue assez longtemps, on peut redouter une catastrophe.

M. Brownell dit encore que c'est une illusion de croire que les courants alternatifs ne produisent pas de corrosion électrolytique. Il a prouvé que la détérioration est bien marquée. La corrosion par les courants alternatifs est moins apparente que la corrosion par le courant continu, parce qu'elle est distribuée sur le système entier au lieu d'être localisé dans un endroit connu.

Quant aux moyens d'éviter les détériorations, l'auteur pense que le seul remède parfait est dans le retour isolé, soit sous forme de trolley double ou autrement. Mais il considère que le coût d'installation de ce système est prohibitif surtout dans les villes très populeuses.

Il y a plusieurs systèmes qui peuvent diminuer le mal. L'un d'eux est de rendre toutes les parties des constructions métalliques située au-dessous du sol négatives par rapport à la terre. L'application de ce procédé exige que les rails soient bien jonctionnés, et d'autres précautions, mais lorsque les distributions de courant sont compliquées, il n'est pas toujours possible de le faire.

La soudure des rails par l'électricité. — On publie la description d'une nouvelle méthode en vue de souder les rails. Cette méthode a été expérimentée, paraît-il, en

Allemagne. Elle n'est pas basée sur l'obtention de la fusion d'une soudure par la méthode du transformateur comme dans le système Lorain. Au lieu de cela, on obtient une haute température par l'emploi d'un gros arc électrique, qui fond une certaine quantité d'acier au point d'application, c'est-à-dire, à la jonction. Le pôle négatif de cet arc est formé par les rails eux-mêmes, et le pôle positif est en charbon; il reçoit du courant continu d'une dynamo spéciale.

Le charbon ou le pôle positif est attaché à une poignée, de sorte qu'on peut le manier et l'approcher des morceaux d'acier, qui doivent être réduits à l'état liquide à la jonction, pour former la soudure. Pendant l'opération, la soudure elle-même est maintenue dans un moule, de sorte que, quand le métal fond, il coule au-dessous et autour des extrémités des rails.

On fait fondre d'abord une petite quantité d'acier. On emploie de l'acier de la même composition que celui du rail lui-même, on le prend pour cela sur d'anciens rails.

La Réunion annuelle de la Royal Society. — Au cours de cette réunion on a présenté un appareil portatif pour la télégraphie sans fil, de Sir Oliver Lodge et du Dr Alexander Muirhead. Ce nouveau dispositif prouve combien avec des connaissances scientifiques approfondies et une grande expérience pratique on a pu réduire le poids et l'encombrement de ce genre d'appareil. L'idée principale qui a présidé dans l'établissement de cet appareil, est l'utilisation de la soupape électrique, qui permet d'employer une bobine beaucoup plus petite que celles qu'on a l'habitude de prendre pour charger les conducteurs aériens au potentiel explosif. Les conducteurs aériens sont d'une construction très efficace et très légère. Ils consistent en deux rectangles de fil de fer horizontaux, supportés par des poteaux de bambou, à une distance verticale l'un de l'autre de 12 m. Chaque rectangle est relié à un des pôles de la bobine. Le courant électrique provient d'une dynamo montée sur un cadre de bicyclette, et actionnée par une manivelle. Le cohéreur disque-huile-mercure de Lodge est employé avec un récepteur téléphonique. On estime que cet appareil sera employé principalement pour les manœuvres militaires. On peut communiquer à des distances de 80 km sur terre ou 240 km sur mer. Chacune des deux boites contenant l'appareil pèse près de 30 kg et on peut suspendre les deux comme des paniers sur un mulet.

M. Duddell a exposé son appareil pour montrer quelques phénomènes mécaniques et électriques qui ont lieu dans la transmission téléphonique de la voix. On a projeté, sur un écran des courbes représentant le mouvement simultané du diaphragme du microphone transmetteur, le courant circulant dans la ligne téléphonique, le courant reçu au bout de la ligne, et le mouvement du diaphragme récepteur, lorsqu'on transmet les sons ou la voix. On peut examiner à l'aide de cet appareil les analogies et les différences entre ces quatre courbes, ainsi que la distorsion et l'atténuation produites par la résistance, la capacité et la self-induction de la ligne. On voit aussi les distorsions produites par les diaphragmes du transmetteur et du récepteur. On a montré sur l'écran les formes caractéristiques du train des ondes correspondant à chaque ton de voyelle, et on a vu qu'ils dépendaient du ton auquel on les chantait.

M. Tarrant a exposé des photographies intéressantes de décharges électriques à la pression atmosphérique et dans le vide. Ces photographies ont montré les effets obtenus par un courant continu interrompu, et par un courant à haute fréquence.

Sir James Dewar a exposé des récipients à vide avec une enveloppe en métal pour l'emmagasinage ou le transport de l'air liquide. Le vide dans les enveloppes creuses de ces vases est entretenu par du charbon de bois refroidi, lequel, aux basses températures absorbe un grand volume d'air. On peut faire ces enveloppes en cuivre rouge ou jaune, en nickel ou en fer étamé.

M. Rivers a exposé un appareil de chauffage électrique construit sur un nouveau principe. Le but est d'avoir une grande surface calorifique à une température modérée; il emploie une résistance en carbone siliceux incrustée sur un support en terre cuite, formant un élément. Ces éléments ensemble constituent le calorifère. Le courant pris par un élément est sous 200 volts de 0,15 ampère, et le calorifère exposé, ayant 1,25 m² de surface, prend 3,5 à 3,75 ampères. Il permet de chauffer une chambre de 50 m³ au prix de 11 centimes par heure si l'énergie se paye 15 centimes le kw-h. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 7 mai 1906.

Application du principe de la superposition à la transmission des courants alternatifs sur une longue ligne. Représentation graphique. — Note de M. A. Blondel, présentée par M. Mascart. — Si l'on appelle U et I les vecteurs représentatifs, en grandeur et en phase, de la tension et du courant au point x d'un conducteur de la ligne (1), j le symbole ima-

(1) Quel que soit le nombre de phases des courants alternatifs à transmettre, on peut considérer isolément chaque conducteur de la ligne, en supposant celle-ci complétée fictivement par un conducteur de retour de résistance nulle, parcouru par un courant nul. J'appelle donc : r, l, z, la résistance, la self-induction et l'impédance par unité de longueur (en pratique le kilomètre) d'un des conducteurs utiles de la ligne; c et g sa capacité et sa « perditance » (coefficient de fuite ou conductance de perte), par unité de longueur, par rapport au conducteur de retour fictif; ω la pulsation des courants alternatifs (ou plutôt de leur harmonique considéré), u la tension par rapport au conducteur de retour au point x; i l'intensité au même point, au temps t; on pose

$$u = Ue^{j\omega t}; \qquad i = Ie^{j\omega t}.$$

Les coefficients a et b qui figurent dans les solutions sont déterminés par l'égalité connue :

$$(a + bj)^2 = rg - \omega^2 cl + j\omega(rc + lg).$$



ginaire $\sqrt{-1}$, les équations différentielles du problème :

$$\frac{di}{dx} = gu + c\frac{du}{dt}; \qquad (1)$$

$$\frac{du}{dx} = ri + l\frac{di}{dt}, \qquad (2)$$

admettent, comme on le sait (¹), pour intégrales générales :

$$U = Ae^{(a+bj)x - j\theta} + Be^{-(a+bj)x - j\theta'}; \qquad (3)$$

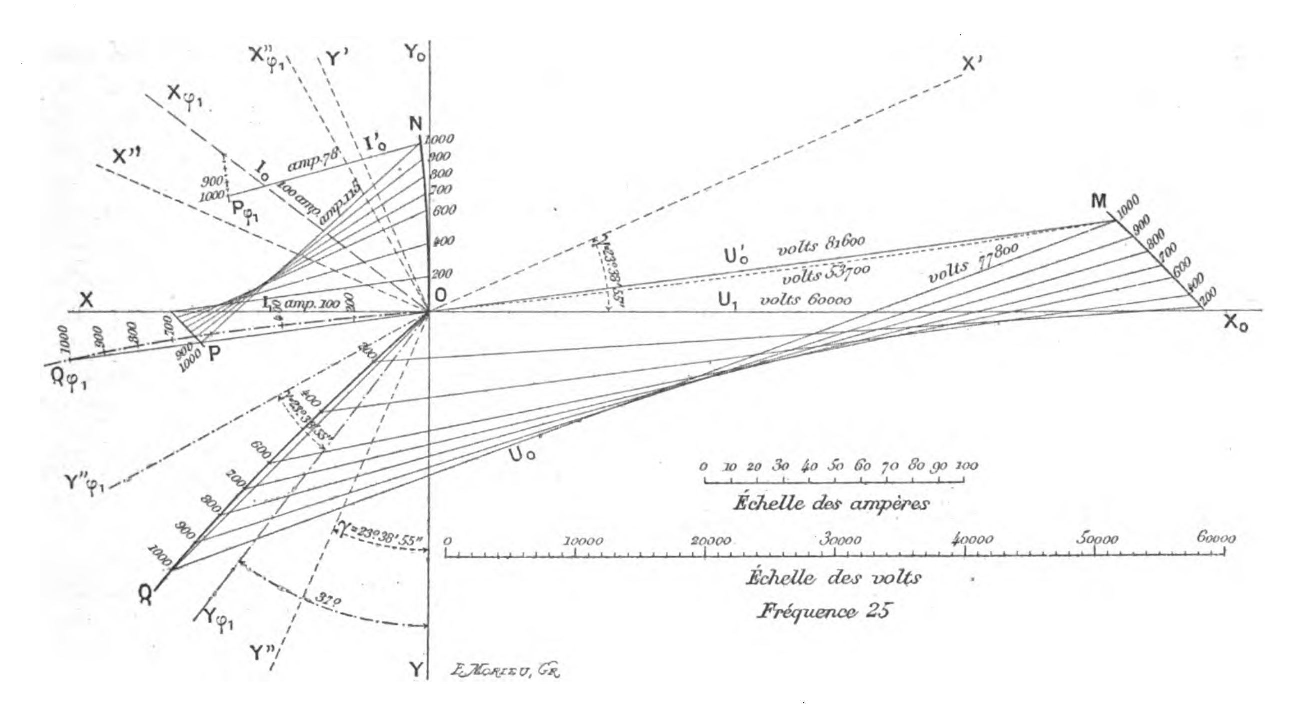
$$I = \frac{A}{m}e^{(a+bj)x - j\theta} - \frac{B}{m}e^{-(a+bj)x - j\theta'}, \qquad (4)$$

désignant par A, B, θ et θ' des constantes d'intégration ; par a et b, deux coefficients dépendant seulement de r g, l, c et ω; et en posant

$$m = \sqrt{\frac{a^2+b^2}{g^2+\omega^2c^2}}; \qquad \operatorname{tg}\gamma = \frac{\omega ca - bg}{\omega cb + ag}.$$

Je me propose d'appliquer ici le principe de la superposition des solutions, qui résulte de la forme des équations (1) et (2), à la décomposition de chaque harmonique en un certain nombre de termes composants commodes pour la pratique.

On prendra comme origine des abscisses x de la ligne le point d'*arrivée*; le régime à l'arrivée est défini, pour la fréquence considérée, par les amplitudes et les phases de la tension U_1 et du courant total I_1 débité dans les organes



récepteurs. Nous considérerons séparément les deux solutions partielles correspondant respectivement à l'hypothèse d'une tension égale à U_1, combinée avec un courant nul (marche à vide), et d'un courant égal en grandeur à I_1, combiné avec une tension nulle (débit sur court-circuit).

Dans la première hypothèse ($I_1 = 0$), on a évidemment $A = B = \frac{U_1}{2}$; les équations (3) et (4) prennent alors la forme :

$$\begin{cases} U = \frac{U_1}{2}(e^{ax} + e^{-ax})\cos bx + j\frac{U_1}{2}(e^{ax} - e^{-ax})\sin bx = \\ \qquad = (U_1 \operatorname{coh} ax \cos bx + jU_1 \operatorname{sih} ax \sin bx); \\ J = \left(\frac{U_1}{m}\operatorname{sih} ax \cos bx + j\frac{U_1}{m}\operatorname{coh} ax \sin bx\right). \end{cases}$$

La première représente la tension répartie à vide, la seconde le courant de capacité réparti à vide. Dans chaque second membre entre crochets, le terme réel peut être considéré comme l'abscisse, et le coefficient de j comme l'ordonnée d'un point du lieu de l'extrémité du vecteur U ou J correspondant, tracé à partir de O, en remarquant seulement que les axes X'OY', auxquels est rapporté le lieu de J (que j'appellerai courbe N), doivent être tournés de l'angle $+\gamma$ par rapport aux axes X_0OY_0 du lieu de U (que j'appellerai courbe M).

On calcule aisément les coordonnées des courbes en fonction de x au moyen de la Table 14 (fonctions hyperboliques et circulaires) du Recueil de M. Hoüel.

Dans la seconde hypothèse (intensité à l'arrivée I_1, tension nulle), on trouve de même $A = B = \frac{I_1}{2}$, d'où l'on déduit par les équations (3) et (4) les nouvelles valeurs des vecteurs du courant utile I et de la chute de tension correspondante produite par impédance V :

$$\begin{cases} I = (I_1 \cosh ax \cos bx + jI_1 \sinh ax \sin bx)e^{-j\varphi_1}, \\ V = (mI_1 \sinh ax \cos bx + jmI_1 \cosh ax \sin bx)e^{-j(\varphi_1 + \gamma)}. \end{cases}$$

Comme plus haut, ces expressions indiquent les coordonnées des lieux des extrémités des vecteurs (que j'appellerai les courbes P et Q respectivement) par rapport à deux systèmes d'axes rectangulaires XOY et X"OY", respectivement tournés de l'angle $\varphi_1 + \gamma$ en retard sur $X_0O_0Y_0$.

Chaque régime est donc caractérisé par une épure à deux courbes (tension et courant) et la superposition des régimes se traduit par une superposition géométrique de deux épures;

(¹) *Bull. de la Soc. internat. des Électr.*, 5 avril 1905, p. 311-317.

s'il n'y a pas de décalage de phase à l'arrivée entre U_1 et I_1 ($\varphi_1 = 0$), l'axe OX du courant I_1 coïncide avec l'axe OX_0 de la tension U_1 et les axes X''OY'' sont symétriques de X'OY' par rapport à OX_0; pour tenir compte d'un décalage quelconque φ_1, il suffit donc de faire tourner du même angle l'axe OX de la seconde épure par rapport à l'axe OX_0 de la première. On obtient les tensions résultantes de U et V en joignant deux à deux les points des extrémités des courbes de même espèce M et Q, et les vecteurs des courants résultants de I et J en joignant les points correspondants des courbes N et P. De simples mesures sur l'épure font connaître en tous points de la ligne les grandeurs des tensions et des courants, leurs phases relatives, la puissance au départ $U_0 I_0 \cos \varphi_0$, la puissance à l'arrivée $U_1 I_1 \cos \varphi_1$ et, par suite, le rendement de la transmission.

Séance du 14 mai 1906.

Sur un effet singulier du frottement. — Note de M. E. Guyou. — Dans une brochure qui a été adressée par son auteur à plusieurs membres de l'Académie, M. de Saintignon rend compte d'une expérience au cours de laquelle il a constaté certaines particularités qui, au premier abord, ont semblé paradoxales. En réalité ces particularités s'expliquent aisément, mais l'expérience n'en est pas moins intéressante à analyser à cause de la manière singulière dont se manifeste l'influence du frottement.

Voici en quoi consiste cette expérience. Un globe de verre sensiblement sphérique et rempli d'eau, dans lequel on a introduit une certaine quantité d'une substance solide réduite en particules très petites, est animé d'une rotation très rapide autour d'un de ses diamètres, environ 800 tours par minute. Si la substance introduite est moins dense que l'eau, ses particules viennent se rassembler le long de l'axe de rotation; si elle est plus dense, elles se rassemblent suivant les contours de deux parallèles équidistants de l'équateur; dans le cas de la poussière de charbon, ces deux cercles sont situés à environ 30 degrés de part et d'autre de l'équateur. C'est ce résultat qui a semblé paradoxal.

Pour l'expliquer, on peut considérer le problème à partir de l'instant où le liquide et les particules qu'il contient, entraînés par le frottement des parois, ont pris une vitesse sensiblement égale à la vitesse du globe, c'est-à-dire où, relativement à des axes entraînés avec le globe, les vitesses et les accélérations du liquide et des particules sont négligeables respectivement par rapport à la vitesse d'entraînement et à l'accélération de la pesanteur. On peut aisément s'assurer que, avec la vitesse de rotation appliquée, l'accélération de la pesanteur devient elle-même négligeable par rapport à l'accélération centripète à partir d'une distance de 2 ou 3 centimètres de l'axe.

On peut alors, dans l'étude du mouvement relatif des particules, négliger la pesanteur et l'accélération centrifuge composée et ne tenir compte que de la force centrifuge et de la poussée du liquide; or, cette dernière, à l'approximation considérée, est égale et contraire à la force centrifuge d'un même volume de liquide. Ces deux forces sont dirigées suivant le rayon du parallèle correspondant, et leur résultante est centrifuge si la substance est plus dense que l'eau, et centripète dans le cas contraire.

Les particules plus denses que l'eau sont donc entraînées vers les parois du globe, et, lorsqu'elles les atteignent, elles y sont pressées par une force perpendiculaire à l'axe de rotation et, par suite, oblique aux parois.

L'angle que forme la normale à la paroi avec la force qui presse la particule est égal à l'angle du rayon correspondant avec l'équateur; on peut l'appeler la latitude de la particule. Il est clair que si la particule atteint les parois par une latitude plus grande que l'angle de frottement f correspondant aux conditions de l'expérience, elle glissera vers l'équateur; si la latitude est plus petite que f ou lui est égale, la particule restera appliquée au point où elle aura atteint la surface.

On voit par conséquent que, si l'on divise la sphère en trois segments situés l'un entre les deux parallèles de latitude f, et les deux autres en dehors de ces parallèles, toutes les particules comprises dans le premier segment viendront s'appliquer sur la paroi correspondante de la sphère et y resteront; celles des deux autres segments au contraire viendront se rassembler sur les cercles de latitude f.

L'observateur verra donc deux cercles noirs séparés par une zone un peu brouillée et deux calottes sphériques très limpides de part et d'autre de cette zone.

Cette expérience fournit ainsi un moyen assez imprévu de mesurer l'angle de frottement de certaines substances dans certaines conditions.

Mesure de temps très courts par la décharge d'un condensateur. — Note de M. Devaux-Charbonnel, présentée par M. Becquerel. — On emploie souvent, pour produire un phénomène dont on veut connaître la durée, deux leviers actionnant des contacts électriques. Le premier permet au phénomène de commencer, le deuxième le fait cesser. La durée est estimée par le temps qu'un mobile quelconque, pendule, corps qui tombe, etc., etc... met à franchir la distance entre les deux leviers. Cette façon de procéder conduit à des résultats peu précis quand le temps à mesurer est très court; de plus, elle ne permet guère d'estimer le temps que les leviers eux-mêmes mettent à fonctionner.

On peut, en utilisant la décharge d'un condensateur à travers une résistance, réaliser une méthode beaucoup plus commode, beaucoup plus simple, et dont les résultats sont d'une précision remarquable.

Supposons par exemple qu'on veuille déterminer le temps qu'un levier met à passer d'un butoir à l'autre. On prend un condensateur de capacité C shunté par une résistance R. Une des faces est reliée au premier pôle d'une pile et à la borne d'entrée d'un galvanomètre balis-

tique; l'autre face est réunie au levier; le butoir de repos est rattaché au second pôle de la pile, le butoir de travail à la borne de sortie du galvanomètre. Quand le levier quitte le butoir de repos, le condensateur se décharge en partie sur lui-même à travers la résistance R; dès qu'il atteint le butoir de travail, la charge restante passe à travers le galvanomètre. On compare l'élongation à celle fournie au préalable par la décharge totale. Le pour cent de charge restante est égal à $e^{-\frac{t}{CR}}$, sa valeur permet de calculer t en fonction de C et de R.

Voici des nombres obtenus dans une série de mesures faites sur une clef de décharge. Le levier est ici un ressort lame qui, abandonné à lui-même, passe, par sa seule élasticité, d'un contact à l'autre. On a fait varier la résistance du shunt dans des limites assez étendues. La durée de la course du levier est toujours la même, à un dix-millième de seconde près, ce qui établit à la fois la précision de la méthode et la constance de fonctionnement de la clef expérimentée.

Condensateur $C = 1$ microfarad.

R (en ohms).	Charge restante.	$\frac{t}{CR}$.	t.
800	0,25	1,40	$0^s,0011$
1 000	0,34	1,07	$0^s,0011$
2 000	0,54	0,60	$0^s,0012$
3 000	0,69	0,37	$0^s,0011$
5 000	0,78	0,24	$0^s,0012$
8 000	0,86	0,14	$0^s,0011$
10 000	0,88	0,12	$0^s,0012$
100 000	0,987	0,013	$0^s,0013$

Le dispositif à réaliser dans le cas plus général auquel il est fait allusion plus haut, de deux leviers chargés de produire et d'interrompre un phénomène quelconque est analogue et facile à imaginer.

L'emploi de cette méthode se prête aux combinaisons les plus diverses. Elle a été appliquée à mesurer la vitesse avec laquelle le levier de la clef de décharge franchit la distance comprise entre les deux butoirs. Pour cela on fait varier cette distance en tournant d'une fraction connue de tour l'un des butoirs constitué par une vis.

Voici les résultats :

Tours de vis.	Temps.	Tours de vis.	Temps.
$^1/_4$	$5^s,2 \times 10^{-3}$	$1\,^1/_2$	$13^s,5 \times 10^{-3}$
$^1/_2$	$6^s,5$	$1\,^3/_4$	$15^s,0$
$^3/_4$	$9^s,0$	2	$16^s,2$
1	$10^s,5$	$2\,^1/_4$	$17^s,5$
$1\,^1/_4$	$12^s,0$	$2\,^1/_2$	$18^s,5$

On voit que le mouvement, qui va en s'accélérant au début, devient assez vite à peu près uniforme.

Pour un tour complet de la vis la distance franchie est de 1 millimètre environ et le temps nécessaire est de $0^s,006$, ce qui correspond à une vitesse de 600 mètres à l'heure.

Sur la conductibilité du sulfate d'ammoniaque dans les mélanges d'acide sulfurique et d'eau. — Note de M. G. Boizard, présentée par M. Lippmann. (Voy. les *Comptes rendus.*)

BIBLIOGRAPHIE

L'Électro-métallurgie des fontes, fers et aciers, par Matignon. — *Dunod et Pinat*, éditeurs. Paris, 1906. — Format : 25 × 16 cm; 93 pages. — Prix : 4,50 fr.

Sous ce titre et cette apparence modeste, ce fascicule est gros d'espoirs pour les applications de l'énergie électrique à la grande industrie de la métallurgie. Inspiré par une visite aussi sagace que compétente de l'Exposition de Liège, ce travail est tout à l'honneur de notre initiative; il n'est pas inutile de le constater dans un pays aussi avancé en métallurgie que la Belgique. Les aciers électriques, *sous forme marchande*, exposés dans la section française par nos Société électro-métallurgique et Compagnie électro-thermique montraient, de façon éclatante, qu'une industrie nouvelle venait d'être créée par l'introduction du four électrique dans la métallurgie du fer. Frappé de ces résultats qui consacraient le progrès réalisé par certains métallurgistes sortis de la période d'essai pour entrer dans la phase industrielle, l'auteur a fait œuvre vraiment utile en rassemblant, à cette époque de transition, les renseignements fournis par nos meilleurs ingénieurs en la matière et les documents précieux recueillis dans les rares mais sérieuses publications faites tant chez nous qu'à l'étranger. Il y étudie successivement les résultats obtenus en fontes spéciales, ferrochrome, ferrosilicium, silicospiegel, ferrotungstène et les aciers et fontes électriques, dans la revue desquels se trouve naturellement intercalée la description des fours et procédés vraiment métallurgiques modernes qui distancent de beaucoup, sans rien lui enlever de son mérite et de son originalité, le primitif creuset de Siemens.

Nous ne pouvons que savoir gré à l'auteur d'avoir systématiquement laissé de côté dans son opuscule la description et l'étude des installations électriques mises en œuvre pour l'alimentation des fours, ce que n'aurait pas manqué de faire, ne fût-ce que pour donner plus d'ampleur apparente à son travail, tout auteur de moindre valeur; mais, comme le dit fort bien M. Matignon, cette dernière étude relève essentiellement du domaine de l'électro-technique; autrement dit, à chacun son métier. L'électro-technique n'y aurait, en effet, probablement rien gagné; elle y aurait même plutôt perdu en homogénéité, à en juger par la forme des quelques résultats que l'auteur est obligé d'emprunter textuellement de droite et de gauche.

Dépassant un peu, pour la bonne mesure, les promesses de son titre, l'auteur consacre, en fin de brochure, quelques pages intéressantes à l'application du four électrique à la métallurgie du cuivre et du nickel.

E. Boistel.

Construction des induits à courant continu. PARTIE MÉCANIQUE, par BRUNSWICK et ALIAMET. *Encyclopédie des Aide-mémoire.* — *Gauthier-Villars* et *Masson et Cie*, éditeurs. — Format : 19×12 cm ; 173 pages. — Prix : 2,50 fr.

Titre connu ! Sans doute, et avantageusement connu, mais dans sa partie principale seulement. Aussi bien les auteurs complètent-ils ici (si même c'est la fin) la petite trilogie consacrée à cette étude. Après la partie électrique de cette construction (Enroulement et Bobinage des induits à courant continu), voici la partie mécanique sur laquelle on trouve ailleurs moins de données et qui, à ce titre, mériterait déjà une mention et une attention toutes spéciales. Elle en est d'autant plus digne que, rompant avec les principes anti-homogènes qui, de parti-pris et par amour-propre ou fausse honte, servent encore de base à l'enseignement de la mécanique dans certaines de nos grandes écoles, les auteurs ont cherché à remettre, à ce propos, un peu d'ordre, de méthode, de précision et d'homogénéité dans cette partie de leur travail, et notamment en ce qui concerne la résistance des matériaux. Nous leur en devons, et avec nous tous les mécaniciens sérieux et les générations naissantes, une grande reconnaissance. Nous ne leur en marchanderons pas l'expression, en dépit de quelques incorrections de détails qui, la vieille habitude aidant, ont parfois échappé à leur loyale et indépendante vigilance. Nous sommes particulièrement heureux de trouver dans l'un d'eux un homme dont la franche et sincère adhésion aux vrais et immuables principes de la science est capitale, en ce que, chargé de cours, il fait souche chaque année et répand la bonne semence dans un milieu scientifique sans doute mal préparé, mais non encore perverti par les mauvais enseignements antérieurement reçus. N'était-ce pas assez que les électriciens fussent les premiers à entrer dans la voie de la justesse d'expression et de la précision du langage, sans que les mécaniciens, pour un peu de peine et beaucoup d'amour-propre qu'il leur en coûterait, se laissent encore devancer par eux sur leur propre domaine ? Tous nos vœux pour le succès de cette œuvre petite en apparence et grande en réalité ! S'il s'affirme comme celui des premiers volumes, il permettra, à bref délai, la complète mise au point qui en fera un véritable petit modèle du genre. E. BOISTEL.

Dictionnaire illustré des termes techniques en six langues, par DEINHART et SCHLOMANN. 1er volume, LES ÉLÉMENTS DES MACHINES, par STÜLPNAGEL. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 18×11 cm ; 404 pages. — Prix cartonné : 6,50 fr.

Très drôle, bien présenté et utile, sinon très pratique, ce premier spécimen et volume d'un nouveau dictionnaire non portatif qui, s'il se termine, ne comportera pas moins de onze petits volumes portatifs, analogues au présent. Mais n'anticipons pas sur les événements..., pour employer la forme usuelle, et, puisqu'il s'agit d'un début, présentons d'abord le nouveau venu que son titre *in extenso* suffit à caractériser : « Dictionnaire technologique illustré en six langues, Français, Italien, Espagnol, Allemand, Anglais, Russe, rédigé d'après une méthode spéciale » et qui, dans les conditions où il est conçu, paraît simultanément et sous forme identique dans huit des plus grandes villes ou capitales du monde entier, ce premier volume comportant : « Les Éléments des machines et les Outils les plus usités pour travailler les bois et les métaux, avec un appendice sur le Dessin technique ». Voilà qui en dit long, sans cependant rien annoncer de la méthode qui a présidé à sa confection.

Indépendamment des petits croquis, très bien exécutés, ma foi, dont il est parsemé, à la façon d'un petit Gazier ou Larousse illustré, et qui aident puissamment, mieux qu'une définition ou une description, à bien spécifier l'objet visé, cet ouvrage naissant se distingue par un classement entièrement nouveau et anti-alphabétique. Ce classement est, dit-on, méthodique et comprendra d'abord, comme nous l'avons dit, onze volumes affectés chacun à une des plus grandes divisions de la technique moderne et dont la méthode n'apparaît pas très clairement, le volume qui suit celui-ci devant contenir l' « Électricité » ; le troisième, ce qui touche les Chaudières et Machines à vapeur ; etc. Quant à celui que nous avons sous les yeux, il se divise en 41 chapitres, dont 23 pour les Éléments de machines proprement dits, 16 pour les Outils et 2 (en appendice) pour les Dessins et la Matière générale. Un petit index donne, au début, cette classification, dont on ne retrouve plus d'ailleurs le fil ni par des titres de chapitres, ni par des titres courants, dans la suite de l'ouvrage, grâce à quoi la composition reste la même pour les six langues. Celles-ci ne sont d'ailleurs, ni dans les titres ni dans l'ordre des mots, classées alphabétiquement ; l'ordre adopté est (pourquoi ?) : allemand, anglais, français, russe, italien et espagnol. Quant à l'ordre dans lequel sont rangés les mots dans chacun des 41 chapitres constitutifs du volume, il est probablement aussi méthodique que le reste, mais on n'en voit pas la clé.... Heureusement, une seconde partie du volume ainsi illustré forme un second dictionnaire, qui occupe les trois huitièmes du tout et donne cette fois, en une seule et même série alphabétique, tous les mots des cinq langues écrits en caractères romains avec renvoi à la page et à la ligne voulues. Une autre série encore remplit le même office pour les termes en langue russe, dont l'alphabet ne se prête pas à leur introduction dans une série plus générale. Ce sont en somme trois ou quatre dictionnaires ou classifications en un seul et à l'aide desquels on trouve finalement ce que l'on cherche. C'est peut-être un peu compliqué ; mais on y arrive, et, étant donné la réalisation d'un tel objectif, on sera encore bien heureux d'avoir ainsi, sous une forme en somme aimable, un précieux

concours de traduction des langues entre elles, si pareil dictionnaire peut jamais être complet. Mais, du train avec lequel vont les choses, et avec le développement incessant et incessamment croissant des besoins techniques, joint à la rage de créer chaque jour des mots nouveaux d'autant plus facilement adoptés qu'ils sont plus baroques et plus mal formés, la tâche paraît bien ingrate et inachevable Ce n'est pas une raison pour n'y pas contribuer. Nous devons ajouter, en terminant, que, indépendamment du terme sec lui-même, ce petit dictionnaire contient les expressions ou phrases courantes qui s'y rattachent : à propos de « courroie », par exemple, « faire tomber une courroie », etc. Sous ce rapport, il est vraiment bien fait. E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

360 459. — **Société Hillairet-Huguet.** — *Interrupteur automatique* (14 décembre 1905).

360 460. — **Vitous et Hammond.** — *Tableau de distribution pour appareils électriques* (14 décembre 1905).

360 496. — **Fauvin, Amiot et Cheneaux.** — *Mode d'enroulement des conducteurs souples dans les appareils de mesures électriques* (15 décembre 1905).

360 426. — **Pope.** — *Perfectionnements apportés aux lampes-bougies à incandescence électrique* (25 novembre 1905).

360 682. — **Fordyce.** — *Appareil de télégraphie pneumatique* (19 décembre 1905).

360 612. — **Dinin et Schoop.** — *Accumulateur alcalin* (27 novembre 1905).

360 635. — **Maison Vittorio Gioberti.** — *Dynamo ou moteur à double induit et transformateur* (12 décembre 1905).

360 664. — **Gouin.** — *Peroxydation et formation des plaques positives de nickel* (4 mars 1905).

360 557. — **Arno.** — *Procédé pour découvrir, mesurer et enregistrer éventuellement à distance les courants électriques* (16 décembre 1905).

360 592. — **Millet.** — *Prévention des accidents par ruptures de conducteurs aériens* (2 mars 1905).

360 598. — **Berry.** — *Appareil pour régler la différence de potentiel dans les systèmes de distribution de courant électrique* (16 octobre 1905).

360 640. — **Humbert.** — *Interrupteur-voltmètre* (16 décembre 1905).

360 687. — **Job.** — *Dispositifs de commutation pour annonces électriques* (19 décembre 1905).

360 590. — **Care.** — *Commande électrique asservie* (2 mars 1905).

360 604. — **Levin.** — *Disposition de fixation pour lampes à incandescence* (20 novembre 1905).

360 737. — **Levi.** — *Perfectionnements aux indicateurs des machines électriques* (21 décembre 1905).

360 711. — **Palmer.** — *Système de distribution électrique* (20 décembre 1905).

360 770. — **Société Bastian et Partners Limited.** — *Perfectionnements aux lampes électriques à vapeur* (21 décembre 1905).

360 888. — **De Kando.** — *Connexion pour moteurs à champ tournant alimentés en cascade ou indépendamment avec haute tension* (23 décembre 1905).

360 957. — **Lehmann.** — *Moteur à répulsion compensé* (27 décembre 1905).

360 877 et 360 878. — **Compagnie Thomson-Houston.** — *Perfectionnements au mécanisme des interrupteurs électriques* (23 décembre 1905).

360 927. — **Anitua y Echeverria.** — *Limitateur interrupteur de courant électrique évitant les abus des consommateurs de lumière électrique* (23 décembre 1905).

360 956. — **Société Alsacienne de Constructions mécaniques.** — *Compoundage des alternateurs par l'emploi de deux commutatrices montées sur le même arbre* (27 décembre 1905).

369 939. — **Société the British Hösiery and Electrolytic Bleaching Company Limited.** — *Appareil d'électrolyse* (26 décembre 1905).

361 053. — **Rochefort.** — *Récepteur électrolytique au son pour la télégraphie sans fil* (28 novembre 1905).

361 055. — **Lori et Solari.** — *Système de radio-télégraphie syntonique* (28 novembre 1905).

361 065. — **Pimentel.** — *Clef télégraphique* (6 décembre 1905).

361 261. — **Carpentier.** — *Transmetteur automatique des dépêches Baudot composées en perforation sur bandes* (30 décembre 1905).

361 058. — **Brousseau.** — *Élément d'accumulateur et batterie* (30 novembre 1905).

361 072. — **Arnold.** — *Groupe de machines servant de convertisseur et de moteur à courant alternatif à vitesse variable* (11 décembre 1905).

361 098. — **Andrée.** — *Moteur à champ cheminant* (18 décembre 1905).

361 120. — **Ateliers Thomson-Houston.** — *Procédé pour faire varier la vitesse des moteurs asynchrones* (21 décembre 1905).

361 166. — **Hugot.** — *Perfectionnements aux accumulateurs* (29 décembre 1905).

361 233. — **Lundell.** — *Moteur à courant alternatif* (30 décembre 1905).

361 102. — **Betts.** — *Conducteur électrique en sodium métallique* (19 décembre 1905).

361 225. — **Société d'électricité Nilmelior.** — *Système de transformation des courants électriques au moyen de bobines d'induction et de bobines de self-induction* (30 décembre 1905).

361 255. — **Telegraphen Werkstatte von G. Hasler.** — *Parafoudre pour lignes électriques* (30 décembre 1905).

361 047. — **De Kellner.** — *Électrodes pour appareils électrolytiques* (27 novembre 1905).

361 306. — **Demont.** — *Accumulateur électrique* (11 décembre 1905).

362 251. — **Société Messters Projection et Société Gaumont et Cie.** — *Dispositifs pour le fonctionnement en synchronisme de cinématographes et phonographes combinés* (8 janvier 1906).

362 199. — **Albert-Lévy et Pecoul.** — *Nouvel appareil et son mode d'emploi pour le dosage pratique de l'acide carbonique contenu dans l'air des salles d'écoles, etc.* (6 janvier 1906).

362 264. — **Ohnesorge.** — *Installation pour bureaux téléphoniques* (9 janvier 1906).

362 291. — **Badmann et Modery.** — *Appui-bras à double articulation* (9 janvier 1906).

362 123. — **Levi.** — *Accumulateur électrique à plaques spongieuses et à grand rendement* (2 janvier 1906).

362 173. — **Berthenod.** — *Moteur à répulsion générateur de courant déwatté* (5 janvier 1906).

362 272. — **Ateliers Thomson-Houston.** — *Système d'inducteurs pour dynamos* (9 janvier 1906).

362 280. — **Femerling et Porscke.** — *Pile électrique utilisant le chlorure d'aluminium comme liquide excitateur et dépolarisant* (9 janvier 1906).

362 326. — **Société Alsacienne de Constructions mécaniques.** — *Perfectionnements dans les dynamos à courant alternatif* (11 janvier 1906).

362 148. — **Mordey et Fricker.** — *Appareil domestique pour la distribution de l'électricité* (3 janvier 1906).

362 215. — **François.** — *Radiomètre électrostatique pour la mesure des rayons* X (6 janvier 1906).

362 303. — **Compagnie française de l'Ozone.** — *Interrupteur de courant* (10 janvier 1906).

362 182. — **Schmitz.** — *Dispositifs applicables dans les procédés pour l'obtention de dépôts métalliques au moyen de l'électrolyse* (5 janvier 1906).

362 184. — **Kelley.** — *Thermostat électrique* (5 janvier 1906).

362 191. — **Thomas.** — *Perfectionnements dans les convertisseurs à vapeur* (5 janvier 1906).

362 195. — **Le Blanc.** — *Régénérateur électrolytique de l'acide chromique dans les solutions de sels chimiques* (5 janvier 1906).

362 293. — **Monnier.** — *Procédé de conservation des modèles en bois, plâtre, etc., par métallisation* (9 janvier 1906).

362 301. — **Compagnie française de l'Ozone.** — *Ozoneur* (10 janvier 1906).

362 453. — **Zelensky.** — *Système de mât pour la télégraphie sans fil et autres* (16 janvier 1906).

362 437. — **Gauzentès et Dubois.** — *Pile sèche hermétique* (16 janvier 1906).

362 450. — **Stussi-Widmer.** — *Machine à bobiner les enroulements polaires* (15 janvier 1906).

362 344. — **Ringsdorff.** — *Procédé de préparation des charbons artificiels à armature métallique destinés plus spécialement aux balais de dynamo* (11 janvier 1906).

362 395. — **Berry.** — *Bobines ou enroulements pour transformateurs et autres appareils électriques* (13 janvier 1906).

362 480. — **Kastler.** — *Mât pour ligne électrique aérienne* (17 janvier 1906).

362 570. — **Blathy.** — *Dispositif pour compenser l'influence des variations de tension ou de fréquence sur la constance des compteurs électriques établis d'après le principe Ferraris* (20 janvier 1906).

362 458. — **Société Chauvin et Arnoux.** — *Balance différentielle de tension pour signaux* (16 janvier 1906).

362 799. — **Sawrey.** — *Perfectionnements applicables aux téléphones et aux autres transmetteurs* (29 janvier 1906).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie Continentale Edison. — Rapport présenté par le Conseil d'Administration *à l'Assemblée générale du 9 mai* 1905. — Nous avons l'honneur de soumettre à votre approbation, conformément aux articles 28 et 36 des Statuts, le bilan et les comptes de l'exercice 1905.

Les exploitations de notre Compagnie ont suivi leur marche normale et régulière.

Le Secteur a donné les résultats suivants :

L'ensemble des lampes alimentées qui s'élevait, au 31 décembre 1904, à 325 069 lampes de 10 bougies pour 5056 abonnés, a atteint, au 31 décembre 1905, 344 880 lampes de 10 bougies pour 5773 abonnés, soit une augmentation de 19 811.

Nos recettes, en 1905, n'ont pas suivi la progression que nous étions en droit d'espérer, car la concurrence du gaz continue à se faire sentir auprès des commerçants qui constituent la principale partie de notre clientèle.

Néanmoins, nos encaissements se sont élevés de 6 127 211,21 fr à 6 267 159,39 fr, soit une augmentation de 139 948,18 fr sur l'exercice précédent.

Nous ne sommes pas encore en mesure de vous renseigner d'une façon précise sur l'avenir de notre Société.

Ainsi que vous le savez, la concession du Secteur Édison expire, comme celles de plusieurs autres Secteurs, au mois d'Avril 1907 et le retard apporté à la solution du régime futur de l'électricité dans Paris n'est pas moins regrettable pour les intérêts des Consommateurs et pour ceux de la Ville que pour vos propres intérêts.

Les besoins des Consommateurs exigeraient en effet le développement immédiat de notre canalisation et l'extension de nos moyens de production, mais devant l'éventualité d'une prochaine dépossession, il nous faut réduire les nouvelles dépenses de premier établissement au strict nécessaire.

La Ville, de son côté, en tardant à prendre un parti, a reculé l'époque où une nouvelle organisation permettra un notable abaissement du prix de l'énergie électrique.

Il n'est plus possible aujourd'hui de songer à remplacer les installations actuelles d'ici à l'expiration des concessions. Elles devront continuer à fonctionner durant une période transitoire plus ou moins longue.

Enfin, ne sachant pas si nous aurons la libre disposition de nos capitaux et de notre actif le 8 avril 1907, nous ne pouvons pas nous engager dans de nouvelles entreprises.

Il n'a pas dépendu de nous de mettre un terme à cette incertitude. Dès le mois de juin dernier, nous avons fait à la Ville une proposition concernant l'éclairage, pendant une période de 35 ans, de toute la région s'étendant sur la rive droite de la Seine. Grâce à notre longue expérience, à nos ressources disponibles et à notre crédit, nous pensons présenter toutes les garanties techniques et financières désirables pour la réalisation de ce programme, à l'exécution duquel nous avons d'ailleurs convié les autres Secteurs. Notre proposition offre pour la Ville l'immense avantage de ne l'obliger à aucun débours ; elle devient propriétaire dès le premier jour de toutes les installations présentes et futures ; elle nous laisse toute la responsabilité des moyens d'exécution et des difficultés de la période transitoire. Nous espérons donc que cette proposition sera prise en sérieuse considération quand la question du régime définitif sera mise en discussion.

En outre, à l'exemple des autres Secteurs, et sur la demande de la Ville, nous avons fait d'autres propositions en vue d'une prolongation de concession jusqu'en 1912, de manière à laisser

à la Ville le temps nécessaire pour installer mûrement à sa guise le régime définitif. Les conditions de cette courte prolongation, comportant un abaissement du prix de l'électricité, ont été récemment l'objet de conférences suivies entre les différents Secteurs et la Commission municipale instituée à cet effet, mais nous ne pouvons pas encore prévoir l'issue de ces négociations. Quoi qu'il en soit, votre Conseil croit de son devoir de se prêter à toutes les combinaisons ayant l'agrément de la Ville, dans la plus large mesure compatible avec la défense des intérêts dont vous lui avez confié la garde, et il espère pouvoir conserver à la Compagnie Édison, dans le régime futur, une place proportionnée aux services qu'elle s'est toujours efforcée de rendre à la population parisienne.

Le bénéfice d'exploitation de nos diverses entreprises a passé de 3 965 423,14 fr à 3 990 011,35 fr en augmentation de 24 588,21 fr.

D'autre part, le produit des Valeurs de Portefeuille a passé de 222 530,15 fr à 325 472,70 fr.

Nous proposons de fixer le dividende pour l'Exercice 1905 à l'ancien chiffre de 40 fr, ce qui permet d'amortir une somme de 2 520 000 fr.

Voici, Messieurs, l'analyse du bilan et du compte de profits et pertes :

BILAN

Actif.

Espèces en caisse ou en banque et effets en portefeuille			1 251 734,96 fr.
Rentes française et étrangère, Bons du trésor français et étrangers, Obligations de chemins de fer garanties par l'État			9 205 222,40
Comptes débiteurs, comprenant les abonnés et les acheteurs, et dans lesquels ne figure aucune créance douteuse			767 067,92
Marchandises en magasin			192 211,79
Immobilisations, terrains, bâtiments, usines, et installations d'électricité.			
Ce chapitre s'élevait au 1er janvier 1905 à 789 721,10 fr pour les Immeubles et à 4 077 200,59 fr pour les usines et le matériel, soit au total	4 866 921,69		
Il s'est augmenté de 231 806,50 fr par l'acquisition d'un terrain rue Bergère dont nous avons jugé prudent de devenir propriétaire en vue de l'extension éventuelle de notre usine du faubourg Montmartre, ci	231 806,50		
Il s'est également augmenté de 274 422,29 fr par l'addition de machines réceptrices et d'un câble destiné à amener à Paris, le courant de l'usine de la Société d'électricité de Paris, ci	274 422,29		
Total	5 373 150,48		
Qui, par l'amortissement de	2 520 000,00		
Est réduit à			2 853 150,48
Loyers d'avance, installation et mobilier du siège social			21 526,00
Impôts et droits de transmission à recouvrer			61 336,60
Total de l'actif			14 350 250,15 fr.

Passif.

Capital social		10 000 000,00 fr.
Réserve légale et fonds d'amortissement du capital		560 535,10
Provision pour parer aux fluctuations du portefeuille		197 510,25
Comptes créditeurs		2 510 398,92
Redevance due aux parts de fondateur et dividendes restant à payer aux actions		22 219,99
Compte de Profits et pertes :		
Report de l'exercice 1904	9 481,32	
Bénéfice net de l'exercice 1905	1 050 304,57	
		1 059 785,89
Total égal à l'actif		14 350 250,15 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Crédit.

Intérêts des fonds disponibles		24 700,02 fr.
Produit des valeurs de portefeuille		325 472,70
Bénéfice d'exploitation des usines, et installations d'électricité		3 990 011,35
Divers		11 367,95
Total		4 351 552,02 fr.

Débit.

Frais généraux	117 449,15	
Redevance aux parts de fondateur	5 600,00	
Amortissements et dépréciations	2 520 000,00	
Participation de la Société civile fondée par les créateurs de la station Drouot	641 356,05	
Divers	16 842,25	
		3 301 247,45
Bénéfice net		1 050 304,57
De ce bénéfice, il y a lieu de déduire pour la réserve légale 5 pour 100		52 515,20
Reste		997 789,37
En y ajoutant le report de l'exercice 1904		9 481,32
On obtient un total de		1 007 270,69
Sur lesquels il y a lieu de prélever d'abord l'intérêt de 6 pour 100 aux actions		600 000,00
Reste		407 270,69
Sur ce surplus, nous vous proposons de répartir, dans les proportions indiquées à l'article 43 des statuts :		
15 pour 100 pour le Conseil d'administration	60 000	
50 pour 100 pour les actionnaires comme dividende supplémentaire	200 000	
35 pour 100 pour les parts de fondateur	140 000	
		400 000,00
Et de reporter à nouveau		7 270,69 fr.

La part revenant aux Actions sera ainsi de 600 000 + 200 000 = 800 000 fr, soit 40 fr par action, sur lesquels un acompte de 15 fr a été distribué le 1er janvier 1906. Il revient un solde de 25 fr par action (sous déduction de l'impôt) payable à partir du 1er juillet 1906.

Les Parts de fondateur auront à se partager :

Le montant des redevances acquises conformément à l'article 42 des statuts	5 600,00 fr.
La part leur revenant en vertu de l'article 43	140 000,00
Total	145 600,00 fr.

Soit, pour chacune des 14 000 parts, 10,40 fr (sous déduction de l'impôt) à payer le 1er juillet 1906.

Conformément à l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, nous avons soumis à vos Commissaires un compte rendu spécial des opérations que vous nous avez autorisés à faire avec les différentes Sociétés représentées par quelques-uns de vos Administrateurs.

Vous aurez à nommer deux Commissaires pour l'année 1906.

Résolutions. — *Première résolution.* — L'Assemblée générale, après avoir entendu le Rapport du Conseil d'Administration et celui des Commissaires, approuve dans toutes leurs parties le Rapport et les Comptes de l'exercice 1905 tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'Administration.

Deuxième résolution. — L'Assemblée générale :

1° Fixe à 40 fr (sous déduction de l'impôt établi par la loi de finances) le dividende de chacune des 20 000 actions, soit net : par action nominative 38,40 fr et par action au porteur 36,95 fr;

2° Décide qu'il sera payé le 1er juillet prochain, pour solde (déduction faite de l'acompte payé le 1er janvier 1906) par action nominative : 24 fr, et par action au porteur : 23,28 fr;

3° Décide de reporter à l'exercice 1906 le reliquat de 7 270,69 fr.

4° Et fixe à 10,40 fr (sous déduction de l'impôt établi par la loi de finances) la somme revenant à chacune des 14 000 Parts de Fondateur, soit net : 9 fr 985 par titre nominatif, et 9 fr 625 par titre au porteur, payable le 1er juillet prochain.

Troisième résolution. — L'Assemblée générale nomme MM. Gibert et Massenet Commissaires pour l'exercice 1906, avec faculté pour chacun d'eux de procéder séparément en cas d'empêchement de l'autre, et fixe la rétribution de chaque Commissaire à 1000 fr.

Quatrième résolution. — L'Assemblée générale autorise en tant que de besoin les membres du Conseil d'Administration à prendre ou à conserver un intérêt direct ou indirect dans des entreprises ou marchés faits avec la Compagnie Continentale Edison ou pour son compte dans les conditions prévues par l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867.

Accumulateurs électriques « Union ». — L'Assemblée générale ordinaire de cette Société s'est tenue le 26 mars dernier, sous la présidence de M. Burrell, président du Conseil d'administration.

De la lecture des rapports, il résulte que le chiffre des affaires traitées durant le dernier exercice a dépassé sensiblement celui de l'année précédente ; mais la hausse survenue dans les cours du plomb a eu pour effet d'absorber une grande partie des bénéfices que le Conseil espérait. En effet, par suite de la concurrence, les prix de vente n'ont pu être relevés proportionnellement à la hausse de la matière première. C'est ainsi que le solde des bénéfices s'est trouvé réduit à 78 240 fr.

Le Conseil espère que la situation exceptionnelle de l'année dernière fera place à une amélioration et permettra le retour des périodes normales.

Dans le cours du dernier exercice, la Société a obtenu parmi ses principales commandes, celle d'une importante batterie, qui a été passée par la Compagnie du gaz de Marseille ; celle d'une nouvelle batterie, par la Compagnie des chemins de fer P.-L.-M., pour assurer la traction électrique de la ligne de Chamonix ; enfin l'installation d'une nouvelle batterie à Beaulieu.

Parmi les travaux exécutés, la Société a achevé dans de bonnes conditions le montage des diverses installations qui lui avaient été confiées, notamment par la Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris et par la Compagnie générale française de tramways, pour son réseau de Marseille.

La Société s'est en outre préoccupée des études relatives à la mise au point d'accumulateurs légers destinés en particulier à la traction des voitures automobiles et le Conseil déclare l'usine outillée pour construire régulièrement des éléments de ce type.

Comme conséquence le Conseil a estimé avantageux pour la Société de posséder des intérêts dans une Société de voitures électriques, de façon à être à même de suivre cette industrie dans tous ses développements et ses progrès. Une suite a été donnée à cette idée et maintenant la Société des accumulateurs électriques « Union » fournit régulièrement les accumulateurs nécessaires à la Société des voitures électriques en question.

Voici comment se présente la situation financière :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1905

Actif.

Apports	425 000,00 fr.
Frais de constitution	1,00
Frais de premier établissement	1,00
Terrain	175.441,80
Construction, usines	802 042,35
A reporter	1 402 486,15 fr.
Report	1 402 486,15 fr.
Matériel et outillage	631 083,90
Mobilier	12 126,55
Frais d'études d'affaires nouvelles	19 397,45
Dépôts et cautions	2 550,00
Marchandises (magasin et fabrication)	309 472,05
Portefeuille	31 600,00
Caisse et banques	120 083,92
Effets à recevoir	79 313,45
Débiteurs divers	758 104,62
Total	3 366 218,09 fr.

Passif.

Capital	2 500 000,00 fr.
Réserve statutaire	8 743,09
Réserve pour entretien forfaitaire de batteries	30 000,00
Compte d'amortissement	200 000,00
Créditeurs divers	549 235,00
Profits et pertes	78 240,00
Total	3 366 218,09 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Bénéfices sur ventes diverses	158 197,62 fr.
Intérêts, escomptes et agios	6 639,12
Reliquat du dernier exercice	16 119,06
Total	180 955,80 fr.
A déduire frais généraux	102 715,80
Reste	78 240,00 fr.

La présentation des Comptes n'a provoqué aucune observation de la part des actionnaires présents, qui ont d'ailleurs, sur la proposition du Conseil, adopté les résolutions suivantes :

Première résolution. — L'Assemblée générale approuve, dans toutes leurs parties, le rapport du Conseil d'administration et celui du commissaire, ainsi que les comptes de l'exercice 1905, tels qu'ils viennent d'être présentés et détaillés et arrête, en conséquence, à la somme de 78 240 fr le solde créditeur du Compte de profits et pertes.

Deuxième résolution. — L'Assemblée générale décide d'employer le solde du Compte de profits et pertes de la façon suivante :

1° Aux divers amortissements indiqués au rapport du Conseil d'administration	21 822,75 fr.
2° A une provision en vue de pertes possibles, ainsi qu'il a été indiqué au rapport du Conseil d'administration	45 370,75
3° A reporter au prochain exercice	11 046,50
Total	78 240,00 fr.

Troisième résolution. — L'Assemblée générale réélit comme administrateurs MM. Turcas, Burrell et Babin.

Quatrième résolution. — L'Assemblée générale décide qu'il y aura un commissaire chargé du rapport à faire à l'Assemblée générale sur les comptes de l'exercice 1906, ce commissaire devant, en cas d'empêchement être remplacé par un commissaire suppléant.

La rémunération du commissaire est fixée à 500 fr qui seront attribués au commissaire suppléant, dans le cas où le titulaire serait empêché de remplir son mandat.

Cinquième résolution. — L'Assemblée générale donne en tant que de besoin, à ceux de ses administrateurs qui font, en même temps, partie d'autres sociétés, les approbations et les autorisations exigées par la loi du 24 juillet 1867, en raison des affaires traitées ou pouvant être traitées avec lesdites sociétés.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

57 501. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 348. 25 Juin 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Le régime futur de l'électricité à Paris. — Nous reproduisons plus loin (p. 269) de nouveaux documents sur cette question actuelle et brûlante, documents que nos lecteurs liront avec intérêt. Les conclusions de M. le Préfet de la Seine et celles de M. Lauriol relatives au projet des secteurs sont trop nettes et formelles pour que nous insistions longuement; mais nous ne saurions trop faire ressortir l'embarras dans lequel vont se trouver nos conseillers pour résoudre le problème, ardu et délicat, qui leur est posé, dans le temps si court dont ils disposent.

En effet, le projet de MM. Schneider et Mildé ne crée pour eux un engagement que jusqu'au 15 août prochain, et en un mois et demi, à la veille des vacances, il faut que le Conseil discute, vote et fasse homologuer la délibération par un décret rendu en Conseil d'État. Il y a là, nous le craignons, une *impossibilité matérielle absolue* et, en retardant indéfiniment les solutions, on rend les meilleures irréalisables.

Pour comble de malheur, le rapport que M. Félix Roussel vient de faire distribuer le 20 juin à l'Hôtel-de-Ville, remet encore toutes les solutions aux calendes grecques en soulevant une question de principe sur les divers régimes applicables à l'électricité.

Pour M. Félix Roussel, les divers régimes applicables à l'électricité en 1906 peuvent être ramenés à trois types principaux :

1° La régie directe;
2° La concession avec ou sans monopole;
3° Les régimes intermédiaires (régie intéressée, fermage, etc.).

Pour le premier type, M. Félix Roussel envisage cinq hypothèses :

a. Régie directe avec rachat des secteurs et exploitation immédiate;

b. Régie directe avec construction de nouvelles centrales et période transitoire;

c. Régie directe avec achat d'usines existantes et période transitoire;

d. Régie directe avec adduction d'énergie hydraulico-électrique et période transitoire;

e. Régie directe de distribution seulement, avec adjudication ou marchés de courant brut.

Cette dernière forme suppose, comme les trois qui la précèdent, la nécessité d'une période transitoire.

Dans le cas où la Ville, pour des raisons de principe ou de

circonstance, écarterait, pour le moment, la régie directe, elle devrait avoir recours à une concession. M. Félix Roussel examine cette éventualité, de même qu'ensuite il étudie les régimes intermédiaires.

M. Félix Roussel déclare nettement que, le Conseil municipal n'ayant jamais allumé sa lanterne, c'est-à-dire n'ayant jamais déclaré ce qu'il voulait, parce qu'il ne le sait pas lui-même, tiraillé comme il l'est par les questions politiques, électorales, financières et autres, les propositions ont été faites en cherchant à deviner les intentions du Conseil.

La discussion préparatoire a pour objet de donner aux intéressés des directions qui leur ont manqué jusqu'ici.

Il est bien temps, aujourd'hui, qu'une solution *quelconque* s'impose à bref délai.

Voici la conclusion du rapport de M. Félix Roussel :

« Jusqu'à présent, aucun débat approfondi ne s'est ouvert sur ce délicat problème. Les auteurs de propositions, ignorant les intentions du Conseil, ont cherché à deviner ses désirs. Une discussion préparatoire s'impose donc, qui affirmera les principes et donnera aux intéressés, le cas échéant, les directions qui leur ont manqué jusqu'ici. On évitera ainsi toute perte de temps dans une situation qui exige une décision prompte et pour ainsi dire immédiate.

« Le Conseil ne voudra pas se soustraire à ce débat inévitable.

« Il dira s'il veut fait la régie directe; quand et comment il entend la faire.

« S'il se prononce pour l'exploitation municipale, il devra conclure un accord transitoire avec les secteurs; choisir une des formes de régie directe indiquées ci-dessus ou toute autre qu'on pourra trouver; en préparer, enfin, la réalisation technique, administrative et financière.

« Si la régie directe est écartée ou ajournée, il faudra choisir entre les diverses formes de concession. Malgré la multitude des combinaisons imaginables, il n'est pas impossible de dégager certains principes supérieurs qui guideront l'assemblée dans le choix de la solution définitive.

« Le Conseil entend-il faire un traité à long terme ou à court terme?

« Veut-il que la Ville reste maîtresse des tarifs?

« Veut-il se rapprocher du type de la régie ou s'en éloigner?

« Lorsque ces points capitaux auront été déterminés, il suffira de comparer entre eux les projets qui répondront aux intentions manifestées par l'assemblée. Le choix de celle-ci, sur les questions de personnes et d'espèces, sera préparé et facilité par ses décisions sur les questions de principe. Il n'en sera que mieux éclairé et plus impartial. »

Ainsi, c'est quand l'ennemi est à nos portes, c'est-à-dire quand une solution à brève échéance s'impose que l'on engage le Conseil à ouvrir un débat académique sur la meilleure sauce à laquelle le *Régime futur de l'électricité à Paris* doit être mangé. Cette discussion peut durer des années, alors que nous devrions être fixés dans quinze jours!

Il faudrait un bras et non une langue pour solutionner la question, et le Rapport de M. Félix Roussel nous rappelle malgré nous une fable de La Fontaine :

Hé, magister, tire-nous du danger
Tu feras après ta harangue....

Loi sur les distributions d'énergie électrique. — Le projet de loi sur les distributions d'énergie électrique présenté à la Chambre des députés par M. Léon Jourct, adopté par la Chambre des Députés le 27 février 1906 a été également adopté par le Sénat. Il a été promulgué par le Président de la République, le 15 juin 1906 et publié comme Loi de l'État au *Bulletin officiel* du 17 juin 1906. Nos lecteurs trouveront le texte complet de cette loi dans notre numéro 336 du 25 mai 1906, p. 235.

Syndicat professionnel des usines d'électricité. — On peut juger des progrès réalisés par ce syndicat fondé en 1896 par la statistique suivante :

Années.	Nombre de membres.	Nombre d'usines représentées.	Nombre de lampes par habitant.
1896.	82	28	0,1
1897.	181	65	0,1
1898.	219	85	0,1
1899.	253	96	0,1
1900.	286	123	0,1
1901.	316	137	0,1
1902.	382	156	0,3
1903.	428	183	0,5
1904.	502	214	0,6
1905.	507	221	0,7

Enregistreur automatique à magasin pour papiers et pellicules photographiques. — Pour certaines applications, telles que l'enregistrement photographique des courbes d'oscillographe, il est nécessaire de recevoir le point lumineux par une fente sur une surface photographique tournant très vite (vitesse périphérique d'au moins 3 m:s); il est désirable aussi de pouvoir changer très rapidement la surface photographique exposée. En outre, l'ouverture et la fermeture du volet qui masque la fente doivent être réglées de manière à éviter des superpositions de tracés.

L'appareil de MM. Blondel et Boutin construit par M. Delagrange a pour but de satisfaire à ces différents desiderata. Il comporte dans une caisse fermée les organes suivants : 1° un tambour sur lequel est tendu pour l'exposition, le papier ou pellicule photographique; 2° des rouleaux à magasin placés à l'intérieur du tambour et auxquels la main peut accéder facilement par les espaces libres ménagés dans les bases du tambour. Une fois le rouleau récepteur rempli, on peut l'enlever en plein jour, s'il est entouré de papier noir, suivant le procédé du Kodak Eastman; 3° un système d'engrenage à roues satellites qui fait tourner du même angle les deux rouleaux quand on veut faire avancer la pellicule sur le tambour; l'opération se fait en immobilisant la roue intermédiaire placée sur l'arbre, et en faisant tourner celui-ci un ressort tendeur rattrape l'inégalité des diamètres; 4° un double système d'électro-aimant pour ouvrir et fermer successivement la fente; 5° des balais extérieurs calés sur l'arbre et frottant sur un système de contacts multiples dont on peut régler le calage convenablement, et qui permet d'impressionner à volonté pendant une exposition chaque quart du tambour, ou chaque moitié du tambour, ou le tambour tout entier; 6° un cône de poulies placé sur l'arbre et qui permet de faire tourner le tambour à différentes vitesses au moyen d'un moteur quelconque.

Cet appareil résout donc complètement le problème de l'inscription de phénomènes plus ou moins longs et le remplacement facile de la pellicule.

Les sous-stations de Montréal. — La ville de Montréal reçoit de quatre stations centrales très éloignées 45 000 kw sous forme de courant alternatif à 11 000 v, elle a en outre une réserve de vapeur de 4000 kw à 2400 v répartie dans six sous-stations. Les sous-stations sont réunies entre elles et peuvent à volonté être intercalées ou non. La tension est réglée au moyen d'appareils d'induction. La station de Mentana contient dix-sept groupes pour couplage de 1000 kw de courants triphasés et trois groupes de chacun trois transformateurs de 1100 kw. Les transformateurs peuvent être montés en triphasé ou en diphasé et donnent 2400 v aux secondaires, ils sont refroidis par courant d'air et chacun absorbe de ce fait une puissance de 5 kw. Les ventilateurs sont actionnés par des moteurs à 110 v tournant à une vitesse angulaire de 600 t:m. Les régulateurs d'induction pour une puissance normale de 350 kw et 200 v de variation de tension sont

également refroidis par courant d'air et peuvent être surchargés 12 fois leur charge normale. Le courant de ligne est amené par l'intermédiaire d'interrupteurs à des barres à 12 000 v et de là par d'autres interrupteurs aux transformateurs. Des transformateurs, le courant est amené aux barres de distribution secondaires par l'intermédiaire d'interrupteurs tripolaires pour 1200 A et se rend ensuite aux régulateurs d'induction. Le tableau de distribution comporte 14 panneaux et comporte en outre un transformateur de 500 kw qui est intercalé automatiquement dans le cas où une connexion céderait. Le réseau à 110 v a un tableau spécial pour les ventilateurs, la lumière, etc., de la sous-station. Les interrupteurs sont à action différée et des tableaux spéciaux sont aménagés pour le service des interrupteurs primaires et secondaires.

Puissance hydraulique en Italie. — Une Commission nommée par le gouvernement italien vient d'estimer la puissance totale à 5 750 000 poncelets. Il y a dans les 58 provinces italiennes 24 486 chutes d'eau, qui ont ensemble une puissance moyenne de 2 000 000 de poncelets. Ces chutes se répartissent comme suit : il y en a 38,57 pour 100 dans le nord, 26,06 pour 100 au centre, 30,07 pour 100 dans le sud et seulement 5,45 pour 100 en Sicile et 0,07 pour 100 en Sardaigne. Dans ce qui précède ne sont pas comprises les chutes qui pourront être installées sur les grandes rivières, dont la puissance totale peut être estimée à 575 000 poncelets, dont 150 000 sont installés. Le Tibre seul peut fournir 575 000 poncelets dont 75 000 poncelets sont aménagés. On peut juger de quelle importance est l'aménagement des chutes d'eau en considérant que l'importation du charbon en Italie s'élève annuellement à 150 millions de fr.

La houille blanche en Suède. — Le parlement suédois vient d'autoriser l'administration à faire une dépense de 5 millions pour l'achat de nouvelles chutes destinées à assurer la traction électrique des chemins de fer de l'État. L'État suédois possède déjà quelques chutes importantes, entre autres celles de Trollhäten et de Elfkarleby. En ce qui concerne la première le parlement a voté tout dernièrement les sommes nécessaires pour son installation; après la régularisation du grand lac de Wenem, on y disposera d'une puissance constante de plus de 75 000 poncelets aux arbres des turbines. A Elfkarleby la chute du fleuve Delölfven a une puissance de 9000 poncelets, qui, après régularisation des lacs, pourra être portée à 13 500 poncelets. L'État possède également de puissantes chutes dans la partie nord du pays, mais vu leur éloignement elles ne seront pas utilisées de sitôt. Le vote du parlement est certainement le signe que la question de l'introduction de l'électricité pour la traction des chemins de fer de l'État a fait un grand pas en avant.

Contre le mal de mer. — D'après les *Elektrische Bahnen und Betriebe*, la Société *Sanitas*, de Berlin, construit des fauteuils à vibrations, mis en action par un moteur électrique donnant des secousses verticales. Ce moteur est alimenté par la canalisation de lumière du navire. Cet appareil a été essayé sur le paquebot *Patricia* de la ligne de Hambourg-Amérique, ainsi que sur le *Peregrine*, et les résultats ont été tels que la ligne Hambourg-Amérique a décidé d'en installer sur tous ses paquebots.

La physique des jeunes filles. — Il ne semble pas que l'enseignement moderne des sciences physiques réussisse pleinement jusqu'ici auprès des jeunes filles si l'on en juge par quelques-unes des réponses faites en province, aux examens du brevet supérieur. Il s'agissait de la liquéfaction de l'air, et voici quelques réponses *authentiques* recueillies par l'examinateur.

— Quand l'eau a atteint son maximum de densité, l'eau tombe : c'est la pluie.

— Au siècle dernier, vers 1717, MM. Raoul Pictet et Cailletet ont apporté de réels progrès à la liquéfaction des gaz. Ils ont même liquéfié le sulfure de carbone.

— Monsieur *Pharadet* (*sic*), savant contemporain...

— L'appareil de Monsieur Sparklet pour liquéfier l'acide carbonique...

— Les applications de l'air liquide sont peu connues : néanmoins, on a remarqué que, si l'on y plonge un petit poisson, il devient dur : C'est excessivement curieux!

— La principale application de l'air liquide, c'est la pluie.

— Le Conservatoire des Arts et Métiers possède un petit flacon d'air liquéfié, le seul qui existe en France.

— Le célèbre M. Moissant (*sic*) qui a liquéfié l'acétylène en chauffant du chlorure de calcium...

Et, pour le bouquet, une question de chimie :

D. Que fait le chlore en présence d'un métal?

R. Il prend la terminaison *ure*.

Pas de commentaires!

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Argentat (Corrèze). — *Station centrale.* — M. Veaux, concessionnaire de l'éclairage électrique, va, paraît-il, entreprendre prochainement les travaux de construction de l'usine électrique à Laveyssière.

Douchy (Nord). — *Station centrale.* — Depuis peu cette commune vient d'être dotée d'une station centrale; les concessionnaires sont MM. Rainette frères.

Draguignan. — *Traction électrique.* — Au cours d'une séance du Conseil général il a été question d'établir dans le Var un réseau de chemins de fer d'intérêt local à traction électrique.

Ces chemins de fer mettraient en relation la plupart des communes du département et pourraient être utilisés pour le transport des marchandises, comme cela a lieu dans plusieurs départements, notamment les Alpes-Maritimes, l'Isère, les Pyrénées-Orientales.

La Société l'*Énergie électrique du Littoral méditerranéen* va avoir bientôt à sa disposition une puissance de 30 000 kw, grâce à des barrages établis sur le Verdon, sur la Durance, sur l'Argens, etc., 750 à 900 kw seraient suffisants pour assurer le service du réseau départemental de tramways électriques.

Le département se propose d'encourager la création de tramways dans les différents cantons qui manquent de moyens de locomotion, en subventionnant les concessionnaires de ces lignes de tramways.

Dans une précédente session, on a accueilli favorablement une demande dans ce sens, qui a été formulée par M. Négrel.

Le Conseil prend une délibération par laquelle :

1° Les lignes de tramways de 1 à 20 km recevraient pendant dix ans une subvention annuelle de 1000 fr par km;

2° Les lignes de 20 à 50 km recevraient la subvention de 1000 fr pendant quinze ans;

3° Enfin, au-dessus de 50 km, la subvention du département serait fixée à 1500 fr par km et pendant une durée de quinze ans. Le Conseil a en outre soumis cette proposition à la Commission des chemins de fer, à laquelle il sera donné,

si elle le désire, tous les renseignements qu'elle pourrait avoir à demander.

La Coulonche (Manche). — *Station centrale.* — Nous apprenons que MM. Lemarchand et Vigneron, ingénieurs-électriciens à Paris, ont obtenu la concession de l'éclairage électrique dans cette localité.

ÉTRANGER

Orbe (Suisse). — *Station centrale.* — Une installation intéressante vient d'être terminée à Orbe par la Compagnie des forces motrices vaudoises; elle comporte l'utilisation des eaux des lacs de Joux et de Brenets, et à ce titre mérite de retenir l'attention. Le lac de Joux présente des variations de niveau qui peuvent atteindre 1 m et a une surface de 10 millions de m². Un canal artificiel a été établi pour un débit de 21 m³ : s; ce canal peut être fermé par des vannes de réglage placées dans un barrage qui est au nord du lac de Brenets. Ce canal est entièrement souterrain et a une longueur de 2632 m avec une pente uniforme de 3 pour 100 : sa section droite moyenne est de 5,7 m², la largeur étant de 2,20 m et la hauteur de 2,60 m. A l'extrémité de ce tunnel est ménagée une chambre d'eau où aboutissent les conduites forcées, qui sont au nombre de trois et sont munies chacune de deux joints d'expansion. La hauteur totale de chute utilisée est de 236 m et la hauteur utile est 234 m; avec un rendement aux turbines de 75 pour 100 et un débit de 430 litres par seconde, on peut obtenir une puissance de 750 poncelets; la puissance totale disponible est donc de 5000 poncelets en hautes eaux et est de 2800 poncelets en basses eaux; le débit instantané peut atteindre 7250 poncelets.

L'usine génératrice a été établie pour une puissance totale de 7500 kw, la première installation consistant en cinq groupes de 750 kw chacun. La salle des machines a 55 m de longueur, 12,50 m de largeur et 10 m de hauteur. Cette salle contiendra 10 unités de 750 kw et 3 groupes d'excitation. Tous les appareils de réglage et de distribution sont placés dans une annexe de l'usine ayant 25,40 m de longueur, 7,4 m de largeur et 13 m de hauteur et divisée en 4 étages.

L'installation actuelle comprend 7 turbines dont 5 de 750 poncelets à arbre horizontal tournant à une vitesse angulaire de 375 t : m et travaillant sous une chute de 234 m, et 2 turbines de 110 poncelets à arbre horizontal tournant à une vitesse angulaire de 750 t : m. Ces turbines sont du type Pelton et ont été construites par Escher Wyss : elles sont à injection partielle et sont réglées par des régulateurs Escher Wyss. Ces régulateurs sous pression sont automatiques et agissent de telle façon que, quand un orifice se ferme, un orifice de même section s'ouvre exactement dans la même proportion pour éviter tout coup de bélier : ensuite cet orifice se ferme lentement et progressivement sans provoquer aucune augmentation de pression. Les rendements garantis sont de 78 pour 100 pour les grosses turbines à pleine charge, et de 76 et 74 pour 100 aux trois quarts de charge et de demi-charge. Les rendements réels sont supérieurs aux rendements garantis. Les variations de vitesse garanties sont les suivantes : 1 pour 100 dans les conditions normales; 4 pour 100 pour une variation de 25 pour 100 dans la charge et 13 pour 100 pour une décharge brusque complète. Les expériences ont montré que dans ce dernier cas, réalisé par le déclenchement des disjoncteurs, l'augmentation de vitesse ne dépasse pas 7,2 pour 100.

Les 5 générateurs électriques ont été construits par les ateliers d'Oerlikon. Les alternateurs triphasés de 750 kw produisent à la vitesse angulaire de 375 t : m, une tension de 13 500 volts avec une fréquence de 50 p : s. Les alternateurs sont à inducteur tournant et à induit fixe. Les bobines induites sont faites sur gabarit et peuvent être changées en très peu de temps. Les courbes du courant débité sont exactement sinusoïdales. Les excitatrices entraînées par les petites turbines sont à 8 pôles et produisent, à la vitesse de rotation de 750 t : m, 800 ampères sous 90 volts : leur rendement est de 72 pour 100 à pleine charge.

Le tableau de distribution, établi par les ateliers d'Oerlikon, est du type moderne. Il est desservi par une galerie d'où l'on voit toute la salle des machines. Tous les appareils et conducteurs à haute tension sont complètement séparés les uns des autres et placés dans des chambres en maçonnerie. Les interrupteurs à haute tension sont établis pour couper toute la charge sans aucun inconvénient : ils sont du type à piston avec rupture dans l'huile. Sur la galerie sont placées des colonnes supportant chacune les appareils de mesure et le levier de commande de l'interrupteur correspondant. Les feeders sont protégés, à leur départ, par des disjoncteurs automatiques placés dans des logements en maçonnerie : la rupture du circuit est produite par le jeu d'un électro-aimant qui en même temps rompt la connexion entre le disjoncteur et le levier à main. L'énergie électrique est distribuée aux environs de l'usine sous une tension de 13 500 volts. Les lignes sont préservées par des parafoudres à cornes qui sont reliés à la terre par l'intermédiaire de résistances à eau. La distribution de l'énergie électrique est faite sous forme de courants triphasés ou de courant alternatif simple, suivant les besoins. L'usine génératrice dessert 212 communes de Suisse avec une population de 92 000 habitants : pour cela, 235 postes de transformateurs ont été établis. Les lignes de distribution sont supportées par des poteaux en bois imprégnés de sulfate de cuivre en solution. Ces poteaux ont été soumis pendant une heure à un essai sous 80 000 volts. L'écartement entre les fils de ligne est de 60 cm. Les lignes principales sont en conducteurs de cuivre de 7 à 8 mm de diamètre : les lignes de dérivation sont en fils de bronze de 3 mm ou en conducteurs de 4 mm de diamètre. Les postes de transformateurs abaissent la tension à 250 volts environ, ou en général à une valeur comprise entre 230 et 260 volts. Les transformateurs à courant alternatif simple sont de trois dimensions : 10, 20 et 25 kilowatts. Les transformateurs polyphasés abaissent la tension à 400 volts et ont des puissances de 20 et 50 kw. Le réseau de distribution pour l'éclairage est à trois fils et est alimenté sous 250 volts. La plupart des lampes desservies sont des lampes à incandescence : il y a très peu de lampes à arc. Les moteurs sont ou bien des moteurs à courant alternatif simple à 250 volts, ou bien des moteurs triphasés à 400 volts.

Rienz (Tyrol). — *Station centrale.* — Une installation électrique intéressante vient d'être terminée dans le Tyrol pour desservir la ville de Rienz. La rivière de Rienz a été barrée par une digue de 1,80 m de hauteur et alimente un canal de 1,80 m de largeur, 3 m de profondeur et 1200 m de longueur qui débouche dans un bassin de 18 m de long et 15 m de large. De ce bassin partent des conduites forcées en acier alimentant chacune une turbine. Ces conduites, au nombre de trois, ont 1,25 m de diamètre et 55 m de longueur. Chaque conduite alimente une turbine de 675 poncelets du type Francis double ou triple. Les turbines entraînent, au moyen d'accouplements souples en cuir des alternateurs à 5000 volts et à la fréquence de 50 p : s : les excitatrices de ces machines sont montées directement sur l'arbre.

L'usine alimente un grand nombre de transformateurs qui abaissent la tension des courants triphasés à 150 volts. Le réseau alimente 250 lampes à incandescence et 26 lampes à arc pour l'éclairage public et 5000 lampes à incandescence pour l'éclairage privé. Les coups de foudre étant très fréquents dans cette région, ainsi que les charges statiques des lignes, on a dû prévoir l'installation d'un grand nombre de parafoudres.

LE RÉGIME FUTUR DE L'ÉLECTRICITÉ A PARIS

Les documents administratifs relatifs au Régime futur de l'électricité à Paris se sont enrichis d'un nouveau mémoire de M. le Préfet de la Seine en date du 6 juin 1906 et relatif à une proposition des Secteurs qui, bien tardivement, et en réponse à un désir exprimé par une délégation de la première Commission du Conseil municipal, ont bien voulu faire des propositions dont nos lecteurs trouveront ci-dessous le texte in-extenso, *en même temps que le rapport de M. Lauriol et l'avis de M. le Préfet de la Seine.*

Ce mémoire ne comporte aucun commentaire et ne fait que confirmer ce que nous disions dans notre numéro du 25 avril. Il montre qu'on a piétiné sur place et que tout espoir de solution autre qu'un compromis ou une prolongation provisoire n'est possible dans les délais si courts dont on dispose actuellement.

MÉMOIRE DE M. LE PRÉFET DE LA SEINE AU CONSEIL MUNICIPAL SUR UNE PROPOSITION DES SECTEURS

Paris, le 6 juin 1906.

MESSIEURS,

Depuis votre dernière session, et postérieurement au dépôt de mon mémoire du 26 mars 1906 et des documents qui y étaient joints, les six secteurs chargés du service public de l'électricité se sont, conformément au désir exprimé par une délégation de votre première Commission, entendus pour présenter des propositions afférentes, non seulement à la période transitoire, mais à un régime d'une durée plus longue. Ils ont, à cette fin, formé une Société qui porterait le nom de *Société parisienne de distribution d'électricité*.

L'intérêt que présentent ces propositions et le caractère des personnalités qui ont adhéré me déterminent à vous les soumettre et à vous faire connaître mon sentiment à leur égard. Toutefois, une observation préjudicielle s'impose.

Saisis par moi, à votre session de novembre 1905, des propositions de MM. Schneider et Mildé, vous avez décidé, par délibération du 27 décembre, qu'avant de vous prononcer il serait provoqué des offres nouvelles, et la date du 1er mars 1906 a été fixée comme terme extrême du délai d'envoi. Les Secteurs, durant ce laps de temps, ne m'ont adressé aucune proposition ferme. Les propositions présentées par d'autres Sociétés ou des particuliers ont été étudiées par le service technique, et en vous les soumettant par mon mémoire du 26 mars, j'ai déclaré maintenir ma conclusion favorable à l'adoption du projet de MM. Schneider et Mildé.

Convient-il, sans tenir compte de l'expiration du délai imparti, de recevoir et d'examiner des propositions formulées passé ce délai et après la publicité donnée aux précédentes? Le Conseil municipal appréciera. Pour le cas où il se prononcerait par l'affirmative et afin d'éviter toute cause de retard, j'ai fait néanmoins examiner le projet des Secteurs, et ce sont les résultats de cet examen que je vous soumets.

Et d'abord, au point de vue de la validité des engagements pris envers la Ville, il est à noter que l'accord entre les Secteurs n'a pas encore été ratifié par l'Assemblée générale de chacun d'eux. Ces Assemblées ne doivent être convoquées qu'après le vote du Conseil municipal portant approbation du projet. Or, l'engagement de MM. Schneider et Mildé expire le 15 août 1906 (y compris approbation définitive). Si donc les Assemblées générales n'ont pas délibéré en temps utile, la Ville se trouvera exposée à tous les aléas de leurs décisions, et en danger de n'avoir plus devant elle aucune des propositions jugées acceptables, ce, à quelques mois de l'expiration des premières concessions. Le défaut de capacité des personnes qui parlent au nom des Secteurs constitue donc une objection très grave.

Pour l'examen de détail du projet des Secteurs, je ne puis que vous prier de vous reporter à l'étude de M. l'ingénieur en chef des services généraux d'éclairage. La comparaison de ce projet avec celui de MM. Schneider et Mildé donne lieu aux observations suivantes :

La concession prendrait fin le 31 décembre 1928, soit dix ans plus tôt que dans le projet de MM. Schneider et Mildé. Mais, comme la Société nouvelle se réserve d'assurer la production et la transformation du courant électrique par tel moyen qu'elle jugera convenable, et, notamment, de l'acheter à des tiers, la Ville, à cette date, n'entrera en possession que de la canalisation et des installations chez les abonnés. Le projet de MM. Schneider et Mildé la laisse, au contraire, propriétaire sans indemnité, fin 1938, de tout un actif de premier établissement comprenant une ou des usines primaires ainsi que des sous-stations de transformation.

Tenant compte néanmoins tant de ce qu'avec le projet des Secteurs la Ville reprend sa liberté dix ans plus tôt que de diverses dispositions de détail, M. l'ingénieur en chef Lauriol a essayé d'évaluer, au point de vue des intérêts financiers de la Ville, les deux projets, et il admet qu'il y a équivalence entre eux. Je suis porté à l'admettre aussi, bien que ces sortes d'évaluations, difficiles à chiffrer, comportent avec elles des appréciations quelque peu arbitraires.

J'admets également l'équivalence entre les deux projets en ce qui concerne, d'une part, les tarifs de vente, d'autre part les redevances à la Ville, pour lesquelles l'un et l'autre garantissent un minimum de 4 millions.

Mais, sur d'autres points, il y a entre le projet de MM. Schneider et Mildé et celui des Secteurs des différences qui mettent ce dernier en état d'infériorité.

C'est ainsi que, tandis que le projet de MM. Schneider et Mildé garantit au moins 400 km de canalisations nouvelles, le projet des Secteurs n'en garantit que 300 et en temps plus long. Ce dernier prévoit aussi une série de sujétions pour les abonnés : entretien obligatoire des branchements, des colonnes montantes et des compteurs par la Société, même lorsque les locataires ou propriétaires en auront fait les frais.

Les compteurs sont loués très chers.

Il est imposé aux abonnés de garantir des minima de consommations excessifs, etc.... Toutes ces clauses, — fait observer avec raison M. l'ingénieur en chef Lauriol, — sont de nature à mécontenter le public.

Enfin, en ce qui concerne le personnel, vous vous rappelez que le projet de MM. Schneider et Mildé stipule que les conditions du travail seront au moins aussi avantageuses que les conditions actuellement établies par la Ville pour les travailleurs municipaux de même catégorie. Le projet des Secteurs prévoit, il est vrai, la constitution d'une retraite, par effet rétroactif, aux agents qui sont au service des Secteurs depuis leur origine; mais il n'accorde pas l'assimilation avec le personnel municipal.

Pour tous ces motifs, je considère le projet des Secteurs comme moins avantageux que le projet de MM. Schneider et Mildé et je persiste dans l'avis qu'à deux reprises j'ai émis en faveur de l'adoption de ce dernier.

Je vous rappelle, Messieurs, que l'engagement de ces demandeurs expire le 15 août prochain (y compris approbation défi-

nitive), et qu'il faudra que votre délibération soit homologuée par un décret en conseil d'État. C'est dire qu'il est d'une nécessité absolue que vous mettiez à l'ordre du jour et que vous discutiez pour la faire aboutir au cours de la présente session la question du régime futur de l'électricité.

Le Préfet de la Seine,
Signé : J. de Selves.

RAPPORT DE M. L'INGÉNIEUR EN CHEF DES SERVICES GÉNÉRAUX D'ÉCLAIRAGE

1° *Exposé.* — Par rapport du 19 mars 1906 nous avons rendu compte des résultats du concours ouvert pour l'organisation du régime futur de l'électricité et conclu à l'acceptation du projet Schneider-Mildé. Ces conclusions ont été adoptées par M. le Préfet de la Seine dans son mémoire du 26 mars 1906.

A la date du 17 mai nous avons reçu communication d'un nouveau projet présenté par une association des Secteurs actuels, à la demande de la sous-commission du Conseil municipal. Le texte de ce projet, amendé à la suite de négociations avec les représentants des Secteurs, est joint au présent rapport.

2° *Conditions principales du projet.* — Les caractéristiques principales du projet sont au nombre de quatre :

1° Les difficultés de la période transitoire étaient assumées par MM. Schneider et Mildé, mais n'en subsistaient pas moins. Ici elles sont complètement supprimées puisque l'exploitation est continuée par une association des exploitants actuels.

2° La durée demandée (*art.* 6) est de vingt ans à partir de l'expiration de la dernière des concessions, soit dix ans de moins que le projet Schneider-Mildé, qui lui-même était à cet égard plus avantageux que les projets Sciama et Coizeau. — Le rachat est possible à partir du 31 décembre 1920, soit trois ans plus tôt qu'avec le projet Schneider.

3° La redevance à la Ville (*art.* 31) est basée sur la recette brute et nullement sur les bénéfices.

4° La Société nouvelle (*art.* 9) ne s'oblige à construire ni usines primaires ni sous-stations, se réservant le droit de se procurer le courant au mieux de ses intérêts. De là, deux conséquences : A. En cas de rachat, la Ville n'aurait à payer la part non amortie que pour les canalisations nouvelles et les installations chez les abonnés; elle n'aurait pas à parfaire l'acquisition d'usines qui pourront ne plus se trouver au niveau des progrès; B. Avec le traité Schneider-Mildé, comme avec le progrès actuel, la Ville bénéficie de l'actif de la Société : en totalité, si on arrive au terme normal de la concession; pour la partie amortie, si la résiliation a lieu avant ce terme. Mais cet actif comprend les usines et sous-stations avec le traité Schneider et non avec le traité actuel.

L'ensemble de ces dispositions est parfaitement défendable en soi, comme nous le verrons plus loin, et, moyennant certaines précautions, la continuation de l'exploitation pourrait être convenablement assurée après le départ de la nouvelle Société. Il n'en reste pas moins que l'absence d'usines devant revenir à la Ville constitue pour celle-ci une perte de bénéfices différés. Cette perte devra être compensée par ailleurs.

3° *Validité des engagements pris envers la Ville.* — La concession (*art.* 1, 2, 3) est demandée par MM. X., Y., agissant au nom des 6 secteurs actuels, en vertu de délibérations des divers Conseils d'administration. Or il est fort douteux que ces Conseils d'administration eux-mêmes aient pouvoir pour engager valablement les Secteurs. Leur consentement constituerait une présomption très grande mais non une certitude. Seules les Assemblées générales auraient les pouvoirs voulus. Ces Assemblées générales ne devant être convoquées qu'après le vote du Conseil municipal, un temps assez long pourrait s'écouler avant leur décision; un seul refus ferait écrouler la combinaison : la Ville n'aurait plus alors la possibilité qu'elle a encore aujourd'hui, d'adopter telle ou telle autre des combinaisons concurrentes. Elle doit donc prendre toute sécurité à cet égard, et ne donner sa signature que contre des signatures engageant d'une façon formelle les autres parties contractantes.

4° *Durée de la concession. — Rachat. — Déchéance.* — La concession (*art.* 5) partirait : soit des dates d'expiration des concessions actuelles, échelonnées du 8 avril 1907 au 11 décembre 1908; soit uniformément du 1er janvier 1908, les concessions actuelles étant unifiées comme date d'expiration en maintenant d'ailleurs les conditions actuelles. La deuxième solution nous paraîtrait préférable.

La concession (*art.* 6) finirait le 31 décembre 1928, soit une durée de vingt ans après l'expiration de la dernière des concessions actuelles, ou une durée uniforme de vingt et un ans; en ce cas tout l'actif reviendrait gratuitement à la Ville.

Le rachat serait possible à partir du 31 décembre 1920, à charge par la Ville de payer la part non amortie de l'actif et de parfaire à la Société jusqu'en 1920 les bénéfices dont elle serait ainsi privée.

En cas de déchéance, la Ville n'aurait pas à payer d'annuité pour bénéfices, mais aurait à payer le capital non amorti comme en cas de rachat. Cette clause nous paraît inadmissible. La Ville doit avoir un droit de délaissement sur les installations n'empruntant pas la voie publique, et de possession gratuite pour les autres.

5° *Limites du monopole accordé.* — Le monopole (*art.* 7) serait accordé sous la réserve des entreprises de traction, des droits de l'État et du département, des services fonctionnant actuellement en régie, des services nouveaux à établir en régie pour les besoins de la ville seule, de divers traités en cours pour certains éclairages peu étendus. En dehors des entreprises de traction, tout avis favorable donné par la Ville à une concession de distribution électrique émanant de l'État ou du département serait considéré comme une infraction au monopole et engagerait la responsabilité de la Ville.

6° *Mode de production du courant.* — La Société nouvelle (*art.* 9) se réserve de se procurer le courant au mieux de ses intérêts. Actuellement, nous ne voyons qu'exceptionnellement une usine liée à une mine de charbon. Chaque usine s'approvisionne au mieux de ses intérêts à telle ou telle mine, et la multiplicité des sources possibles garantit jusqu'à un certain point la sécurité des approvisionnements. La Société demande une extension de ce principe. Elle demande à être dispensée de créer, si l'on nous passe l'expression, une mine spéciale d'électricité, à pouvoir s'approvisionner à diverses mines existantes, qui éventuellement auraient en même temps d'autres clients, communes de la banlieue, entreprises de traction, etc. Pour de petites exploitations le principe peut être excellent : il vaut mieux, le plus souvent, acheter à un fabricant en gros que fabriquer soi-même en détail. Pour une exploitation de forte importance les avantages sont plus discutables. Dans le cas spécial qui nous occupe, la combinaison permet aux Secteurs de tirer le meilleur parti possible des installations existantes leur appartenant ou appartenant à des tiers : usines des Secteurs, de la Compagnie du Triphasé, de la Compagnie d'électricité de Paris, etc. Pour la Ville, peu importent les moyens pourvu que les résultats désirables soient réalisés. Ces résultats sont les suivants :

1° Tarifs aussi bas que possible et fourniture du courant dans des conditions convenables au point de vue technique.

Cette question sera examinée plus bas.

2° Profits aussi grands que possible pour la Ville, soit pendant chaque année de la concession, soit à la fin de cette dernière.

Cette question sera également examinée plus bas.

3° Sécurité de l'exploitation pendant la concession.

La Société n'a pas suffisamment précisé qu'elle reste responsable de ses fournisseurs de courant vis-à-vis la Ville et qu'une défaillance de ses fournisseurs, hors le cas de force majeure, ne pourrait excuser une interruption du service. Aucun droit de contrôle ni de mainmise n'est donné à la Ville vis-à-vis ces fournisseurs.

4° Sûreté de la continuation de l'exploitotion à l'expiration de la concession, pour quelque cause que ce soit.

D'après le traité, la Ville, en fin de concession, reprendrait les canalisations, les installations appartenant à la Société chez les abonnés, et, s'il en existe, les usines appartenant à la Société. Elle serait assurée d'autre part (*art.* 9) pendant 5 ans, de la fourniture du courant par les usines et sous-stations n'appartenant pas à la Société. Dans ces conditions, que lui resterait-il à faire? Assurer la fourniture du courant après l'expiration des contrats dont elle aurait la suite; cela, soit par de nouveaux contrats, soit par de nouvelles constructions. Dans ce but, il est suffisant d'avoir un délai de 5 ans, qui, hors le cas de déchéance, s'augmenterait des 2 années de préavis. En tout cas, chose fort importante, on ne verrait surgir aucune difficulté pour la transition d'un régime à l'autre. Lorsque, au point de vue administratif, le nouveau régime commence, l'ancien régime continue au point de vue technique, et l'abonné ne s'aperçoit pas du passage. Toutes les modifications ultérieures se passent au-dessus de lui, sans qu'il puisse encore s'en apercevoir. Ainsi sont écartées bon nombre des conditions qui, à l'heure présente, constituent les difficultés de la transition.

Toutefois deux difficultés ou inconvénients subsistent pour la Ville :

A. Passé le délai de 5 ans indiqué plus haut, la Ville n'aura plus aucun droit sur les sous-stations (ou éventuellement usines de génération directe) d'où part le réseau de distribution. Elle devra donc se procurer, en plein Paris, les emplacements nécessaires, à proximité des centres existants; il y aura là une sujétion pouvant être fort coûteuse et pouvant nécessiter des expropriations. Il faudra, en outre, raccorder par des canalisations maîtresses les centres nouveaux aux centres anciens.

B. Moyennant ces mesures la Ville pourra organiser un système de distribution analogue à celui qui existait au moment du départ de la Société. Ce système sera celui qui, dans les limites du cahier des charges, convenait le mieux à la Société et lui permettait d'utiliser pour le mieux les usines existantes. Il n'est nullement probable que ce système soit celui qui, en soi, et à ce moment, convienne le mieux. La Ville devra donc, soit conserver un régime défectueux, soit procéder à des remaniements sur le réseau secondaire, remaniements coûteux et pouvant fortement gêner les abonnés.

Le premier inconvénient serait supprimé si la Ville était assurée, en fin de concession, de prendre gratuitement possession tout au moins des immeubles contenant les sous-stations (ou stations génératrices produisant directement le courant distribué).

Le second inconvénient est une conséquence inévitable du type de traité proposé. L'infériorité par rapport aux autres propositions n'est d'ailleurs pas très grande, si tant est qu'il y ait infériorité. Le projet Schneider-Mildé fait hériter la Ville en 1938 non pas d'installations correspondant aux derniers progrès de l'industrie en 1938, mais d'installations construites, pour la plupart, depuis 15 à 30 ans et correspondant aux derniers progrès de l'industrie au moment où elles ont été construites. Le projet des secteurs laisse à la Ville la possibilité d'établir en 1920 des installations correspondant aux derniers progrès de l'industrie en 1920.

Il serait utile de limiter à 8 km de Paris la distance des usines génératrices (sauf autorisation de la Ville), cela pour deux motifs : 1° une transmission à grande distance court plus de risques d'interruption par suite d'intempéries, guerre, émeutes, etc...; 2° si malgré ces inconvénients la Ville croyait un jour pouvoir autoriser l'adduction de courant engendré par exemple sur le carreau des mines ou dans les Alpes, il serait juste qu'elle pût réclamer sa part du profit que donneraient ces modes de production.

7° *Régime technique.* — Le régime technique (*art.* 26 et 27) n'est pas strictement défini. La Commission technique, en proposant un régime donné pour le cas idéal où rien n'existerait à Paris, avait, d'elle-même, ajouté que dans la pratique il y aurait à tenir un grand compte de la situation de fait. Entre diverses solutions ***sensiblement équivalentes pour l'abonné***, le concessionnaire saurait choisir la plus économique, et, la Ville, réserve faite de ce qui vient d'être dit plus haut, n'a pas un intérêt majeur à imposer tel ou tel de ces systèmes.

Mais c'est seulement entre les ***systèmes sensiblement équivalents pour l'abonné***, que la Société devra se mouvoir; si le régime technique n'est pas entièrement défini, on ne saurait laisser à la Société la liberté absolue dont jouissent à cet égard les secteurs actuels.

On peut discuter sur les mérites relatifs de la distribution, continue, alternative mono, di ou triphasée; l'intérêt du consommateur est moins en jeu que celui du vendeur et on peut laisser la liberté à ce dernier.

Mais souvent le vendeur a, ou pense avoir intérêt à distribuer du courant à trop haute tension, et, s'il est alternatif, à trop basse fréquence, le tout contrairement à l'intérêt du consommateur.

Il existe, notamment à l'étranger, bien des distributions continues à 220 v par pont, chose que nous croyons très critiquable et que la Commission technique a condamnée après une discussion très approfondie; depuis les travaux de la Commission, les dernières inventions survenues ou perfectionnées en fait de lampes à incandescence ne font que confirmer cette manière de voir.

Dans un autre ordre d'idées il existe des distributions en courant alternatif à la fréquence 25, qui sont évidemment supportables, mais donnent avec l'arc une lumière vacillante et peuvent avoir quelques inconvénients même pour l'éclairage par incandescence.

Le traité prévoit la tension de 110 v par pont (*art.* 26).

Il serait nécessaire de fixer la fréquence minimum à 40 périodes par seconde. Le droit du Préfet quant à l'approbation des projets ne nous paraît pas une garantie suffisante. Ce droit ne peut être illimité. Le fait même que le cahier des charges prescrit certaines règles implique que ce qui n'est pas défendu est permis. Le Préfet aurait pouvoir pour appliquer et interpréter les règles, non pour les étendre.

Il serait en outre désirable, pour les distributions continues à 3 ou 5 fils d'exiger la mise à la terre du fil du milieu. Cette mesure très fréquemment pratiquée offre de grands avantages pour l'abonné et de faibles inconvénients pour le producteur.

Le traité prévoit (*art.* 26 et 27) les limites que ne devront pas dépasser les variations de la tension et de la fréquence par rapport à leurs valeurs normales.

8° *Tarifs.* — Des tarifs maxima sont établis pour l'éclairage, la force motrice, etc... Nous avons dit, à maintes reprises, les avantages du système à double tarif, non comme obligatoire, mais comme facultatif au gré de l'abonné. Les demandeurs ne croyant pas à propos de prendre dès maintenant des engagements dans ce sens, nous n'insistons pas.

Le projet Schneider-Mildé, d'après la rectification consentie en dernier lieu, prévoyait comme maxima par hectowatt-heure : jusqu'en 1912, 0,07 fr; de 1913 à 1922, 0,07 et 0,02 fr ;

à partir de 1923, 0,06 et 0,015 fr. Le projet des secteurs prévoit jusqu'en 1916, 0,07 et 0,035 fr: à partir de 1917, 0,06 et 0,03 fr. Le plus faible des deux maxima présente relativement peu d'intérêt, l'exploitant devant être amené dans la plupart des cas à consentir des prix très bas pour la force motrice. Le plus intéressant est le plus élevé des deux maxima, celui qui s'applique à l'éclairage et auquel l'exploitant aura souvent intérêt à se tenir. Dans les deux projets les tarifs haut et bas ne s'appliquent pas exactement aux mêmes choses et une comparaison rigoureuse est impossible. Tout considéré, chiffres maxima et dates d'application, les deux projets paraissent équivalents.

9° *Conditions diverses de la fourniture du courant.* — Le projet des secteurs prévoit diverses clauses de nature à mécontenter le public :

Entretien obligatoire des branchements et colonnes montantes par la Société aux frais des abonnés (*art.* 36), même lorsque ceux-ci ou les propriétaires en auront payé la construction. En particulier l'abonné qui jouit gratuitement d'installations faites par son propriétaire verra sa situation aggravée sans compensation.

Entretien obligatoire du compteur par la Société aux frais de l'abonné, même lorsqu'il appartient à ce dernier, et cela à des prix assez élevés (*art.* 37).

Location de compteurs à des prix environ doubles de ceux qui ont été consentis dans le projet Schneider-Mildé et dans d'autres (*art.* 37).

Obligation par tous les abonnés de garantir des minima de consommation excessifs (*art.* 42). Cette mesure, même avec des minima plus réduits, ne serait justifiée que chez les gros abonnés pouvant être un élément de trouble dans la distribution, ou chez les abonnés n'empruntant la distribution générale que comme secours et s'alimentant en général à d'autres sources.

Les secteurs (*art.* 32) garantissent dans un plus long délai une moins grande longueur de canalisations nouvelles que le projet Schneider-Mildé. Il y aurait lieu d'exiger les mêmes longueurs dans les mêmes délais, puisqu'il s'agit, dans les deux cas, de satisfaire aux besoins des premières années.

10° *Personnel.* — La Société (*art.* 29 et 30) confirme en faveur du personnel les diverses dispositions prises en 1905 à la suite des pourparlers avec la Ville, mais n'accorde pas l'assimilation avec le personnel municipal.

Elle prend, d'autre part, une mesure gracieuse qui ne figure dans aucun des projets présentés jusqu'ici : des versements pour la retraite sont faits en raison du temps passé par chaque agent ou ouvrier au service des secteurs actuels depuis l'origine.

Ajoutons que les avantages revendiqués par le personnel sont bien supérieurs aux avantages accordés ci-dessus, et même à ceux qui résulteraient de l'assimilation au personnel municipal.

11° *Avantages immédiats pour la Ville.* — La Ville touche en raison de la recette brute, ce qui simplifie grandement les rapports financiers avec la Société, évite tout examen des dépenses, toute difficulté sur les imputations.

La redevance (*art.* 31) comprend une somme fixe de 1 million et en plus 10 pour 100 de la recette brute pour vente de courant jusqu'à 30 millions par an; le taux croît ensuite à mesure que la recette augmente, jusqu'à 25 pour 100 pour les recettes en plus de 45 millions. Le minimum garanti est de 4 millions par an, comme avec le projet Schneider-Mildé.

La comparaison des bénéfices immédiats donnés par ce projet et par le projet Schneider-Mildé est fort délicate, vu la multiplicité des hypothèses plausibles à tous égards, prix de vente, prix de revient, quantités vendues, etc. Nous allons cependant essayer de le faire.

Admettons les hypothèses suivantes qui, croyons-nous, seront peu discutées, en tant que quantités probables et moyennes.

Recettes 70 000 000 de kw-h à 0,50 fr en moyenne : 35 000 000 de fr.

Capital à engager dans le projet Schneider, y compris charges de la période transitoire : 150 000 000 de fr.

Sur le prix de revient du kw-h rendu chez l'abonné, dans les conditions moyennes d'une exploitation n'alimentant pas de traction, non compris charges de capitaux, mais y compris charges de renouvellement, les opinions varient davantage, étant donné surtout qu'il s'agit de l'avenir. Nous croyons pouvoir considérer comme minimum, moyenne et maximum les chiffres de 20, 25 et 30 centimes [1].

Le prix minimum correspond sensiblement à celui qui avait été indiqué par la Commission technique si on lui ajoute les charges de renouvellement; la Commission avait visé l'état présent sans comprendre, ni les augmentations possibles du fait du charbon, de la main-d'œuvre, etc., ni, d'autre part, les progrès que l'on peut toujours espérer. Le prix maximum serait à peu près conforme aux appréciations formulées par les secteurs.

Quel que soit le chiffre adopté pour le prix de revient, le projet des secteurs donnerait à la Ville, par an : 4 675 000 fr.

Le projet Schneider donnerait, suivant le chiffre admis pour le prix de revient : 6 150 000 fr, ou 4 600 000 fr, ou 3 000 000 de fr, ce dernier chiffre se trouvant élevé à 4 000 000 de fr par la clause du minimum garanti. (Voy. calculs à la suite du rapport.)

Tout considéré, nous ne voyons pas de motifs pour préférer un projet à l'autre au point de vue des bénéfices immédiats de la Ville.

12° *Avantages différés pour la Ville.* — Les bénéfices différés que le projet Schneider donnerait à la Ville, seraient les suivants :

Outre les canalisations et installations d'abonnés, qui reviennent à la Ville avec le projet des secteurs, le traité Schneider-Mildé donne à la Ville, fin 1938, 100 km de canalisations nouvelles, avec les feeders et canalisations primaires qui en seraient la conséquence, on peut compter une valeur de 3 000 000 de fr.

D'autre part, MM. Schneider et Mildé auraient à faire pendant les 15 premières années pour 50 millions de travaux, revenant gratuitement à la Ville au 31 décembre 1938, et n'ayant plus alors, par le fait de l'usure ou du démodage, qu'une valeur de 25 millions.

Pendant 30 ans la Société Schneider et Mildé aura versé au fonds de travaux 5 pour 100 de la recette brute, soit en moyenne 1 750 000 fr par an. Au 31 décembre 1938, ce fonds aura été pour partie employé à des canalisations dont nous n'avons pas à tenir compte puisque le projet des secteurs assure à la Ville un bénéfice analogue. Ce fonds reviendra gratuitement à la Ville, soit en argent, soit en nature sous forme de travaux complémentaires. Il sera plus ou moins grossi par le jeu des intérêts, suivant la date et l'importance des prélèvements qu'il aura supportés; il sera plus ou moins réduit par la dépréciation que l'âge aura apporté aux installations. Si aucun prélèvement n'est opéré, et que les intérêts s'accumulent continuellement au taux de 4 pour 100, la valeur finale du fonds serait d'environ 100 000 000 de fr.

[1] Le fait qu'une entreprise de traction serait adjointe à l'entreprise de distribution générale ne modifierait pas sensiblement ces chiffres. Supposons les deux entreprises séparées : l'entreprise de traction aura un prix de revient beaucoup plus bas que l'autre. Réunissons-les : nous obtenons un prix moyen inférieur à celui de l'entreprise de distribution générale supposée seule, mais peu différent du prix moyen des deux entreprises séparées. L'entreprise de distribution générale ne pourra bénéficier que d'une part de cette faible économie réalisée sur l'ensemble.



Pour les divers motifs énumérés ci-dessus et à défaut de base certaine, nous admettrons un chiffre de 60 000 000 de fr, valeur au 31 décembre 1938.

En tout nous trouvons $3 + 25 + 60 = 88$ millions, valeur au 31 décembre 1938.

Que donne en échange à la Ville le projet des Secteurs? Il donne à la Ville la liberté 10 ans plus tôt. Pour essayer de chiffrer cette liberté nous pouvons raisonner comme il suit :

La Ville exploite pendant ces 10 ans (31 décembre 1928 au 31 décembre 1938) suivant les hypothèses admises plus haut. Sur la recette brute elle prélève les frais d'exploitation et de renouvellement, et une redevance de 5 millions sensiblement égale à celle qu'elle aura touchée auparavant. Le surplus constitue une annuité servant à gager un emprunt pour travaux neufs amortissable en 10 ans. Quel serait le montant possible de cet emprunt?

Suivant que le prix de revient serait de 20, 25 ou 30 centimes, on trouve (voy. calculs à la suite du rapport) que l'annuité disponible serait de 15 millions, ou 12 millions 1/2, ou 7 millions, permettant de gager un emprunt de 140 millions, ou 110 millions, ou 79 millions. En tenant compte d'une dépréciation des installations égale à 30 pour 100 pendant ces 10 ans la Ville aurait au 31 décembre 1938 une valeur de 98 millions, ou 77 millions, ou 55 millions.

Avec l'approximation qu'on peut admettre dans ces sortes de calculs, le projet des secteurs semblerait présenter une légère infériorité. Mais il n'y a pas de probabilité suffisante et de différence assez accentuée pour qu'il y ait lieu de faire état de cette infériorité. On peut admettre l'équivalence.

13° *Conclusion.* — Le projet des secteurs, pas plus que le projet Schneider, n'engage dès maintenant les finances de la Ville,

Il rend gratuitement à la Ville la liberté 10 ans plus tôt que le projet Schneider, et accorde la faculté de rachat 3 ans plus tôt que ce dernier.

Le projet des secteurs admet des tarifs maxima équivalents à ceux du projet Schneider.

Financièrement, au point de vue de la Ville, et en tenant compte des bénéfices immédiats ou différés, il est équivalent au projet Schneider.

Par le fait même qu'il émane des secteurs actuels, non seulement il décharge la Ville des difficultés de la période transitoire prochaine, mais il supprime ces difficultés en elles-mêmes.

Il rend le contrôle financier plus simple.

Il laisse peut-être à la Ville, en fin de concession, un régime technique moins satisfaisant. Cet inconvénient est inhérent au système lui-même; son importance est discutable.

Le projet des secteurs présente divers inconvénients qui seraient amendables :

Pouvoirs insuffisants des signataires du contrat et risques de la Ville.

Clauses onéreuses pour la Ville en cas de déchéance.

Difficultés possibles provenant des défaillances des fournisseurs de courant sur lesquels la Ville n'a aucune action directe.

Liberté absolue laissée à la Société de se procurer le courant à n'importe quelle distance de Paris, sans que la Ville

ANNEXE AU RAPPORT

CALCULS

I. — Redevance à la Ville avec le projet des Secteurs et avec le projet Schneider-Mildé.

Recette : 70 000 000 kw-h à 0,50 fr	35 000 000 fr.

PROJET DES SECTEURS

Somme fixe	1 000 000 fr.
30 000 000 fr à 10 pour 100	3 000 000
3 000 000 fr à 12,5 pour 100	375 000
2 000 000 fr à 15 pour 100	300 000
Total de la recette de la Ville	4 675 000 fr.

PROJET SCHNEIDER-MILDÉ

Redevance à la Ville : 35 000 000 fr à 8 pour 100	2 800 000	2 800 000	2 800 000 fr.
Fonds de travaux : 35 000 000 fr à 5 pour 100	1 750 000	1 750 000	1 750 000
Exploitation : 70 000 000 kw-h à 0,30, 0,25, 0,20 fr	21 000 000	17 500 000	14 000 000
Capitaux : 150 000 000 fr à 6 pour 100	9 000 000	9 000 000	9 000 000
Total des dépenses	34 550 000	31 050 000	27 550 000 fr.
Recettes	35 000 000	35 000 000	35 000 000
Bénéfices	450 000	3 950 000	7 450 000 fr.
Recettes de la Ville :			
Sur la recette brute	2 800 000	2 800 000	2 800 000 fr.
45 pour 100 des bénéfices	200 000	1 780 000	3 360 000
Totaux	3 000 000	4 580 000	6 160 000 fr.

II. — Travaux qu'il serait possible de gager par les bénéfices disponibles de la période décennale 1929-1938.

Quantités vendus : 70 000 000 kw-h — Prix moyen de vente : 50 centimes par kw-h.

Prix de revient, en centimes	30	25	20
Bénéfice, en centimes par kw-h	20	25	30
Bénéfice total	14 000 000	17 500 000	21 000 000 fr.
Redevance à la Ville	5 000 000	5 000 000	5 000 000
Annuité disponible	9 000 000	12 500 000	16 000 000 fr.
Emprunt amortissable en dix ans à 4 pour 100 pouvant être gagé par l'annuité disponible. Montant de l'annuité multiplié par $\frac{100}{11.41}$ (d'après les tables d'annuités)	79 000 000	110 000 000	140 000 009 fr.

puisse ni s'y opposer, ni réclamer sa part des bénéfices supplémentaires que la Société réaliserait ainsi.

Difficulté de la transition à la fin de la concession par le fait que la Ville ne serait pas maîtresse des points de départ du réseau de distribution.

Défaut de limitation de la fréquence à un minimum admissible.

Tension excessive entre fil et terre sur les réseaux à 3 et 5 fils par le défaut de mise à la terre du fil neutre.

Entretien obligatoire des branchements, colonnes montantes et compteurs par la Société aux frais de l'abonné.

Tarifs de location des compteurs deux fois trop élevés.

Minima excessifs de consommation exigés de tous les abonnés.

Insuffisance du minimum de canalisations nouvelles exigible.

Nous avons inutilement essayé d'obtenir satisfaction des secteurs sur les divers points énumérés ci-dessus, et de supprimer toute une série d'inconvénients qui n'existent pas dans le projet Schneider-Mildé. Dans ces conditions, tout étant mis en balance, nous estimons que le projet des secteurs reste moins avantageux que le projet Schneider-Mildé.

Il est inutile d'insister une fois de plus sur l'urgence d'une décision; tout retard nouveau rend plus difficile la situation de la Ville et peut mettre cette dernière à la discrétion des secteurs en rendant impossible toute combinaison concurrente. Il parait donc indispensable que la question soit tranchée au cours de la prochaine session.

Paris, le 1er juin 1906.

L'Ingénieur en chef des services généraux d'éclairage,

P. Lauriol.

Vu, adopté et présenté.

Paris, le 1er juin 1906.

L'Inspecteur général, chargé du service technique de la voie publique et de l'éclairage,

L. Boreux.

SOCIÉTÉ PARISIENNE DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ

PROJET DE CAHIER DES CHARGES

(Texte modifié à la suite de négociations avec les représentants des secteurs.)

Article premier. — La Ville de Paris concède à MM. X., Y., déclarant agir au nom et comme représentants des six Compagnies ci-après :

Société d'éclairage et de force par l'électricité, à Paris; Compagnie continentale Edison; Compagnie parisienne de l'air comprimé; Société d'éclairage électrique du secteur de la place Clichy; Compagnie d'éclairage électrique du secteur des Champs-Élysées; Compagnie électrique du secteur de la Rive gauche de Paris; en vertu des délibérations des Conseils d'administration en date des .... le droit d'avoir ou d'établir sous les voies publiques jusqu'au 31 décembre 1928 les canalisations destinées à la distribution de l'électricité dans Paris.

Art. 2. — MM. X., Y. s'engagent à constituer dans le délai de six mois, après l'approbation des présentes, une Société anonyme au capital minimum de 25 millions ayant pour objet l'exécution de la présente convention. Cette Société prendra le nom de Société parisienne de Distribution d'électricité. Elle aura son siège à Paris; ses administrateurs et directeurs devront être Français.

Art. 3. — Dans le mois qui suivra l'acceptation de la présente convention par le Conseil municipal, MM. X., Y. s'engagent solidairement, au nom des Compagnies dont ils sont les mandataires, à verser à la Ville un cautionnement de 2 millions de fr en obligations de la ville de Paris, rentes sur l'État ou obligations garanties par l'État, la valeur étant calculée.... La Société touchera les arrérages des titres formant ce cautionnement.

Art. 4. — Le cautionnement sera restitué à la fin de la concession, sauf le cas de déchéance ou le cas de non-constitution de la Société dans le délai indiqué à l'article 2. Dans ces deux cas, le cautionnement sera définitivement acquis à la Ville. Le montant des primes d'assurance pourra être prélevé sur le cautionnement en vertu de l'article 12, § dernier. La Société devra, quinze jours après mise en demeure, avoir complété à nouveau ce cautionnemeut.

Art. 5. — La concession, en ce qui concerne la région actuellement concédée à chacun des six secteurs, commencera respectivement au moment où expire chacune des permissions actuelles, savoir :

Société d'Éclairage et de force par l'électricité à Paris.	8 avril 1907.
Compagnie Continentale Edison.	8 avril 1907.
Compagnie Parisienne de l'air comprimé. . .	9 avril 1907.
Compagnie d'Éclairage électrique du Secteur de la Place Clichy	16 avril 1907.
Compagnie d'Éclairage électrique du Secteur des Champs-Élysées.	13 août 1908.
Compagnie Électrique du Secteur de la Rive Gauche de Paris.	11 décembre 1908.

Dans la partie commune aux secteurs de la place Clichy et des Champs-Élysées, on adoptera comme limite la limite des voies effectivement canalisées par l'un ou l'autre secteur. Dans le cas où la Ville désirerait que la mise en vigueur du nouveau régime commençât à une même date, les six secteurs s'engagent à l'adopter à partir du 1er janvier 1908 dans les conditions de redevances, de tarifs, etc., stipulées par la présente convention si la Ville décide de proroger jusqu'au 31 décembre 1907 les permissions actuelles qui expirent avant cette date. Dans ce cas, les secteurs des Champs-Élysées et de la Rive gauche dont les concessions seront raccourcies seront indemnisées par les autres secteurs dont les concessions seront allongées. Aux dates ci-dessus indiquées, la ville de Paris, devenue propriétaire des canalisations sous la voie publique, en concède la jouissance à la Société.

Art. 6. — L'exploitation prendra fin le 31 décembre 1928. Toutefois, la Ville pourra résilier le contrat à toute époque, d'année en année, à partir du 31 décembre 1920 dans les conditions déterminées par la présente convention et moyennant préavis donné deux ans à l'avance. Elle ne pourra user de cette faculté que pour organiser la régie directe.

Art. 7. — Pendant la durée de l'exploitation, la Ville s'interdit de donner aucune autre autorisation de poser des canalisations électriques au-dessus ou au-dessous des voies publiques, sauf en ce qui concerne les services publics de traction. Aucune revendication ne pourra être exercée par la Société au sujet des autorisations de canaliser qui seraient données par l'État ou le département sans que la Ville y ait consenti.

La Ville se réserve le droit de conserver et de poser des canalisations pour les exploitations en régie qui fonctionnent actuellement et pour de nouvelles exploitations; les nouvelles exploitations ne pourront avoir pour but que de satisfaire aux besoins de la Ville, à l'exclusion de toute vente à des tiers.

Les traités conclus avec M. Claret et la Compagnie de l'Est parisien, relativement à l'éclairage de l'avenue de la République, de l'avenue Gambetta, du square Gambetta, des quais Jemmapes et de Valmy et de la rue du Faubourg-du-Temple,

continueront à avoir leur plein effet, sans que la Société puisse élever de réclamation à ce sujet.

Il en sera de même du traité passé avec la Compagnie du Métropolitain de Paris pour éclairage du pont de Passy et des traités passés avec les diverses Compagnies de tramways pour éclairage des poteaux de trolley.

Au moment où expirera le traité conclu avec la Société d'éclairage et de force par l'électricité pour l'éclairage du marché aux bestiaux et des abattoirs de la Villette, la Société sera tenue d'assurer l'éclairage de ces établissements, soit dans les conditions dudit traité, soit dans les conditions de la présente convention, au choix de la Ville.

Lorsque, à un moment quelconque, viendra à expiration le traité passé avec le Secteur de la Rive gauche pour l'éclairage des entrepôts de Bercy, la Société sera tenue d'assurer l'éclairage de ces entrepôts soit dans les conditions dudit traité, soit dans les conditions de la présente convention, au choix de la Ville.

Art. 8. — La Société rachètera les installations faites par les secteurs à partir des câbles de distribution et restées leur propriété telles qu'elles sont énumérées ci-après. Ces installations, qui comprennent les branchements sur rue, boîtes de maison, transformateurs d'abonnés, branchements intérieurs, colonnes montantes, dérivations, compteurs, le tout conformément à un inventaire qui sera dressé pour chacun des secteurs et annexé aux présentes, seront rachetées aux secteurs par la Société à leur prix de revient justifié par la comptabilité, majoré de 10 pour 100 pour frais généraux et diminué de 1/25e par année d'utilisation.

Art. 9. — Tous les travaux neufs que la Société devra exécuter pour satisfaire au développement de la consommation seront soumis à l'approbation de M. le Préfet de la Seine.

Ces travaux pourront être exécutés à partir du jour où la présente convention sera devenue définitive sans attendre celui où commencera l'exploitation de la Société.

La Société ne pourra prendre en location ni canalisations sous la voie publique, ni aucune canalisation ou appareil installé par elle chez les abonnés; toutes ces sortes d'installations devront être construites ou acquises en toute propriété de façon à revenir à la Ville dans les conditions prévues par la présente convention.

En ce qui concerne la production et, s'il y a lieu, la transformation ou commutation du courant électrique, la Société pourra l'assurer par tels moyens qu'elle jugera convenables.

Si elle achète son courant à des tiers, si elle prend en location divers immeubles ou installations, les contrats de fournitures et de location devront contenir une clause réservant à la Ville de Paris, pendant cinq années, en cas de reprise par suite de résiliation anticipée ou de déchéance, le droit de continuer lesdits contrats, aux mêmes conditions. Les tiers contractants devront prendre vis-à-vis de la Ville les engagements à cet effet. La même clause sera appliquée en cas d'expiration normale de la concession.

Art. 10. — Toutes les dépenses occasionnées tant pour les acquisitions prévues à l'*art.* 8 que par les travaux neufs spécifiés à l'*art.* 9, feront l'objet d'un compte dit de 1er établissement qui sera soumis au contrôle de l'Administration Municipale. Ce compte servira à l'établissement des remboursements dont il est parlé à l'*art.* 44.

Art. 10 *bis.* — Toutes les acquisitions mobilières ou immobilières, toutes les installations seront faites et payées par la Société, mais deviendront *ipso facto* et immédiatement propriété de la Ville, en vertu des dispositions de l'*art.* 44. La Société acquittera tous droits auxquels donneront lieu ces acquisitions ou installations.

Art. 11. — La Ville devenant propriétaire, tant des installations rachetées en vertu de l'*art.* 8 que de celles exécutées par la Société en vertu de l'*art.* 9, cette dernière ne pourra aliéner, hypothéquer ou engager d'une manière quelconque aucune partie de cet actif, sans l'autorisation du Préfet de la Seine en ce qui concerne l'actif mobilier, et du Conseil Municipal en ce qui concerne l'actif immobilier. Toutefois, s'il s'agit de branchements et colonnes montantes, dont l'achat peut être requis par les intéressés en vertu de l'*art.* 36, l'aliénation pourra être faite sans autorisation. Les sommes provenant des aliénations faites en vertu du présent article seront portées en déduction du compte de premier Établissement prévu à l'*art.* 10.

Art. 12. — La Société devra assurer ses installations contre les risques d'incendie et d'explosion de chaudières. La ou les Sociétés d'assurances devront être agréées par le Préfet de la Seine. Les polices d'assurances et avenants successifs devront être passés dans un délai de trois mois au plus après chaque construction ou extension. Le capital assuré sera égal au coût des usines, bâtiments, machines et installations diverses, à l'exclusion du coût des terrains. En cas de dissentiment sur le montant de ce capital, il sera procédé à une expertise par les soins d'un expert unique. A défaut d'entente entre les parties, cet expert sera choisi par le Président du Conseil de Préfecture de la Seine.

Il sera stipulé sur les polices que l'assurance est contractée au profit de la Ville laquelle touchera l'indemnité allouée en cas de sinistre. Elle la reversera par parties à la Société au fur et à mesure des travaux de reconstruction. Il sera également stipulé sur les polices que l'assurance ne sera pas résiliée faute de paiement des primes par la Société à l'échéance fixée.

Dans ce cas, la Société d'assurance pourra réclamer à la Ville le paiement des primes, en justifiant du défaut de paiement par la Société.

Les primes ainsi payées par la Ville seront imputées sur le cautionnement de la Société.

Art. 13. — La Ville aura le droit d'exercer le contrôle le plus complet sur l'exploitation technique de la Société et, à cet effet, ses agents pourront en surveiller toutes les installations et y auront libre entrée. Ils pourront également se faire présenter toutes les pièces de comptabilité relatives aux travaux de 1er établissement définis aux *art.* 8, 9 et 10, aux recettes et aux salaires.

Art. 14. — En cas d'interruption portant au moins sur la totalité d'un arrondissement de Paris, et durant au moins quarante-huit heures, et même si l'interruption provient d'un cas de force majeure, le Préfet de la Seine aura le droit d'assurer le service par tels moyens qu'il jugera bons et pourra, par simple arrêté, mettre la Ville en possession temporaire de toutes les installations de la Société nécessaires au service dans la partie où l'interruption aura eu lieu.

La Ville pourra, sauf le cas de force majeure, recourir contre la Société pour tous les préjudices qui lui seraient causés par cette gestion.

Art. 15. — Si le refus ou le retard non justifiés des autorisations prévues aux articles 19 à 23 mettaient la Société dans l'impossibilité de satisfaire aux exigences du service, elle serait dégagée de toute responsabilité de ce chef et les clauses relatives aux amendes et à la déchéance ne seraient pas applicables.

Art. 16. — La Société sera tenue de faire face, pendant la durée de la concession, à toutes les dépenses qu'exigeront la fourniture et la distribution de l'énergie électrique et de satisfaire aux besoins de la consommation publique et privée dans les conditions de prix ci-dessous stipulées et conformément aux dispositions de la présente convention.

Art. 17. — La Société supportera tous impôts et droits

d'octroi établis ou à établir par l'État, le Département, la Ville, ou les autres Communes, notamment elle supportera seule tous les impôts établis ou à établir afférents aux immeubles dont elle a la jouissance, y compris la taxe de mainmorte et l'impôt foncier. Le tout, sous réserve de ce qui sera dit article 35, pour le cas de nouvelles taxes sur l'énergie électrique.

Art. 18. — Tout le matériel devra être maintenu en bon état d'entretien et renouvelé en tant que de besoin.

Art. 19. — Les projets intéressant la voie publique, notamment les projets de canalisation, seront fournis en cinq expéditions, les autres en deux expéditions.

Art. 20. — La Société fournira en quatre expéditions, et tiendra au courant au moins tous les six mois, un plan du réseau. Ce plan indiquera l'emplacement des divers câbles, leur type, leur calibre, leur rôle dans le réseau. On y figurera également leurs connexions réciproques. Le plan sera complété en tant que de besoin par des coupes transversales. Le plan comportera également l'indication des abonnés et de la puissance de leurs installations, des colonnes montantes et branchements individuels ou collectifs.

Art. 21. — La Ville pourra imposer à la Société le déplacement des canalisations toutes les fois que l'intérêt public l'exigera.

Les déplacements de canalisations mentionnés ci-dessus resteront à la charge de la Société s'ils sont faits dans l'intérêt de la Ville seule. S'ils sont faits dans l'intérêt d'un tiers concessionnaire d'un service public quelconque, ou dans l'intérêt de tout autre que la Ville elle-même, la Société pourra en exiger le remboursement par les intéressés, et prendre au préalable toutes les garanties nécessaires.

Art. 22. — Les dégradations causées par les travaux de la Société aux ouvrages de la Ville, voie publique, éclairage, égouts, eaux, plantations, etc..., seront réparées par les soins de la Ville. La Société remboursera le coût des réparations, majoré de 10 pour 100 pour frais généraux.

Art. 23. — Aucun travail de construction, de réparation ou d'entretien nécessitant une fouille sous la voie publique ne pourra être entrepris sans autorisation du Préfet de la Seine; cette autorisation pourra être ajournée toutes les fois que l'intérêt public l'exigera.

Art. 24. — Le matériel employé sera de construction française. Toutefois, la Société est autorisée jusqu'à concurrence du dixième à acquérir du matériel étranger.

Art. 25. — Les canalisations nouvelles empruntant la voie publique seront souterraines et d'un type approuvé par le Préfet de la Seine.

Toutes les canalisations seront sous trottoir sauf aux traversées des chaussées. Les branchements sous chaussée sont interdits.

Aux traversées des chaussées sur fondation de béton et des voies de tramways, il sera pris les dispositions voulues pour que le renouvellement des canalisations soit possible sans ouverture de tranchées. Il pourra être autorisé pour les canalisations maîtresses des câbles sous galeries accessibles.

Art. 26. — La tension devra être maintenue à 110 volts par pont avec tolérance maxima de 3 pour 100 en plus et 3 pour 100 en moins.

En chaque point du réseau, la tension devra être maintenue constante à moins de 1 1/2 pour 100 en plus et 1 1/2 pour 100 en moins de la moyenne relative à ce point.

Toutefois, les clauses précédentes ne seront appliquées dans leur ensemble qu'à partir du 1er Janvier 1910, en raison des transformations qu'il pourra y avoir lieu de faire subir aux canalisations.

Art. 26 *bis*. — Si la Société vient à modifier soit à ses débuts, soit ultérieurement, le régime du courant fourni a un abonné, elle prendra à sa charge tous les frais ou dommages dont cette modification sera la cause.

Art. 27. — Là où il sera distribué du courant alternatif, la fréquence ne devra pas varier de plus de 3 pour 100 en plus ou en moins de sa valeur normale.

Art. 28. — Le Préfet de la Seine pourra autoriser des modifications aux dispositions prescrites par les articles 24 à 27. Il pourra de même être consenti pour les abonnés des dérogations aux articles 26 à 27.

Art. 29. — La proportion des ouvriers étrangers employés par la Société ne devra pas excéder un dixième. Les salaires des ouvriers majeurs seront payés chaque semaine ou chaque quinzaine et ne pourront être inférieurs à 150 fr par mois de travail, sauf déduction des absences. La journée de travail ne pourra pas dépasser dix heures, sauf dans les services dont les nécessités spéciales exigeraient une plus longue durée pour une partie du personnel, et, dans ce cas, il sera tenu compte des heures ainsi faites en excédent. Les hommes occupés temporairement seront payés chaque jour, et recevront un salaire journalier ne pouvant être inférieur à 5 fr. Les employés majeurs seront payés au mois et auront des appointements d'au moins 150 fr par mois. Il sera accordé au personnel ouvrier un jour de repos par semaine, dont un sur deux sera payé; toutefois, dans les services ne permettant pas d'interruption de travail, le jour de repos non payé pourra être supprimé et sera alors payé. Il sera également accordé, sans retenue de salaire, un congé annuel de dix jours à tout le personnel. Le salaire intégral sera assuré pendant les périodes d'instruction militaire au personnel commissionné.

La Société sera tenue d'assurer contre les accidents les ouvriers qu'elle emploie; sans retenue sur les salaires. En cas d'accident du travail, il sera accordé en outre des obligations légales : 1° le demi-salaire à tous les blessés dès le premier jour et non pas seulement dès le cinquième, comme il est prévu par la loi du 9 avril 1898; 2° le salaire intégral au lieu du demi-salaire prévu par la même loi, à partir du cinquième jour et pendant toute la durée de l'incapacité temporaire.

L'Administration aura toujours le droit d'imposer les mesures de sécurité et d'hygiène reconnues nécessaires.

Une commission sera délivrée sous forme de contrat de louage, à tout employé ou ouvrier majeur de l'un ou l'autre sexe ayant accompli vingt-quatre mois de service.

Art. 30. — Une retenue mensuelle de 2 pour 100 sera effectuée tous les mois sur les appointements ou salaires payés aux agents en activité de service, à partir de la mise en vigueur du contrat.

La Société accordera à titre de don volontaire, incessible et insaisissable, auxdits agents en activité de service, une allocation de 6 pour 100 sur les traitements ou salaires ayant subi la retenue de 2 pour 100.

Le montant de ces versements sera versé tous les trimestres à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse, au compte de l'intéressé, et inscrit sur un livret individuel qui sera la propriété de l'agent et qui lui sera remis quand il quittera la Société pour quelque motif que ce soit.

A titre exceptionnel et par effet rétroactif, une même allocation de 6 pour 100 sur les traitements et salaires acquis depuis la fondation des secteurs aux agents en activité de service au moment de la mise en vigueur du contrat, sera versée sans intérêts à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse et inscrite sur le livret individuel de ces agents.

MM. X., Y, s'engagent à obtenir pour tout le personnel conservé par les secteurs pour leurs usines et leurs sous-stations, les avantages stipulés par les articles 29 et 30.

Art. 31. — La Société paiera à la Ville :

1° Une redevance de 1 million par an pour le droit d'usage des canalisations mises par la Ville à sa disposition. Cette somme tiendra lieu de toute taxe pour occupation du sol, contrôle, etc.;

2° Une redevance de 10 pour 100 sur la recette brute relative à la fourniture du courant, autre que celui fourni à la Ville. Au delà de 30 millions de francs, et à titre de partage des bénéfices, cette redevance sera portée pour les recettes supplémentaires :

Entre 30 et 33 millions, à	....	12,50 pour 100.
— 33 et 36 —	....	15 —
— 36 et 39 —	....	17,50 —
— 39 et 42 —	....	20 —
— 42 et 45 —	....	22,50 —
Au delà de 45 —	....	25 —

La Société garantit que l'ensemble des deux redevances prévues aux paragraphes ci-dessus, produira une somme minima de 4 millions par an. Exceptionnellement, si les concessions des secteurs actuels sont conservées sans modifications, quant aux dates d'expiration, la redevance indiquée au n° 1 sera de 500 000 fr pour 1907 et de 700 000 fr pour 1908, le minimum garanti sera de 2 millions pour 1907 et de 3 millions pour 1908. Le minimum garanti sera payé par quart à l'expiration de chaque trimestre.

L'état des recettes sera dressé pour chaque année dans les formes prescrites par le Préfet de la Seine et dans le délai de deux mois après la fin de l'année. Le versement des sommes complémentaires dues à la Ville sera exigible un mois après.

Art. 32. — La Société établira à son choix au moins 300 km de canalisations nouvelles en sus des canalisations dont elle aura pris possession en vertu de l'article 5 et en sus des canalisations primaires allant des usines centrales aux sous-stations, savoir : 200 km avant le 31 décembre 1912, et le surplus, à raison de 25 km par an, pendant les 4 années suivantes.

La Société sera tenue, sauf dans des circonstances spéciales que l'Administration se réserve d'apprécier, de fournir le courant à tous les abonnés qui se présenteront sur le parcours des canalisations et qui auront souscrit une police d'abonnement. Il sera accordé pour cela un délai de un mois après mise en demeure par l'abonné, et justification, par ce dernier, qu'il a rempli les conditions exigées.

Faute par la Société d'avoir exécuté les longueurs prescrites dans les délais voulus, le Préfet de la Seine pourra, jusqu'à concurrence des longueurs manquantes, déterminer des tracés le long desquels la Compagnie sera tenue de desservir, dans les conditions du paragraphe précédent, les abonnés qui se présenteraient.

Art. 33. — Pour l'application de l'article précédent, les canalisations seront comptées pour une ou deux fois la longueur de la voie canalisée, suivant qu'elles s'étendront sur un côté ou sur les deux côtés de cette voie, et cela quel que soit le nombre des conducteurs.

Il ne sera pas tenu compte des renfoncements ou modifications apportées à des canalisations existantes.

Art. 34. — La Société sera également tenue de desservir les abonnés qui, individuellement ou collectivement, lui garantiraient pendant cinq ans une recette brute annuelle égale à 20 fr par mètre courant de canalisation comptée à partir du réseau existant ou du tracé mentionné à l'article 32.

Art. 35. — La Société sera maîtresse de ses tarifs sous réserve de ne pas dépasser les maxima suivants, en centimes par kilowatt-heure :

7 pour l'éclairage; 5 pour les ascenseurs; 3,5 pour la force motrice (ascenseurs exceptés), le chauffage et la charge des accumulateurs.

Ces prix comprennent la redevance à payer à la Ville en vertu de l'article 31.

La Ville bénéficiera d'une réduction de 30 pour 100 sur les tarifs ci-dessus. En outre, le prix pour l'éclairage des voies publiques et promenades sera abaissé à 2,5 centimes par kw-h de minuit au matin.

Toute charge nouvelle, résultant du vote d'une loi ou d'une délibération du Conseil municipal, qui viendrait frapper directement et explicitement l'énergie électrique, serait remboursée par les abonnés à la Société, en sus des tarifs ci-dessus indiqués.

Les prix maxima de 7 et 3,5 centimes par kw-h fixés au premier paragraphe du présent article seront, si la Ville le demande, abaissés respectivement à 6 et 3 centimes l'hectowatt-heure à partir du 1er janvier 1917.

Art. 36. — Les branchements sur la canalisation de rue, c'est-à-dire tout le matériel nécessaire pour amener le courant du réseau à l'intérieur de l'immeuble jusques et y compris, soit la boîte de coupe-circuit principal, soit le poste de transformateur seront, dans tous les cas, installés par la Société. Elle ne pourra se refuser à faire à ses frais cette installation sur demande des propriétaires remplissant les conditions prescrites, soit par l'article 32, soit par l'article 34

Les branchements intérieurs, c'est-à-dire tout ce qui est au delà de la limite ci-dessus spécifiée, les colonnes montantes et les dérivations jusqu'aux compteurs, seront établis aux frais des propriétaires d'immeubles (ou à ceux des locataires en ce qui concerne les dérivations sur colonnes montantes préexistantes), par tous entrepreneurs de leur choix qui devront se soumettre au contrôle technique de la Société et aux prescriptions qu'elle aura formulées avec l'approbation du Préfet de la Seine.

La Société aura seule le droit d'accès aux boîtes de jonction desservant tout branchement collectif ou particulier, et ces boîtes ne pourront être plombées et déplombées que par ses agents.

Sur accord entre les propriétaires d'immeubles et la Société, celle-ci aura le droit d'installer à ses frais, en outre des branchements sur canalisation de rue, les branchements intérieurs, colonnes montantes et dérivations jusqu'aux compteurs, la Ville en conservant la propriété, tant que l'achat n'en sera pas requis par les propriétaires intéressés. Si l'achat en est requis, il aura lieu au prix de revient dûment justifié, majoré de 20 pour 100 pour frais généraux et bénéfices, et ne comprendra pas le branchement sur canalisation de rue.

Lorsque la Société aura établi à ses frais ou racheté aux secteurs actuels les branchements et les colonnes montantes, et tant que ces installations n'auront pas été rachetées par les intéressés, elle les donnera en location aux abonnés aux tarifs mensuels maxima suivants, comprenant l'entretien :

Puissance du compteur de l'abonné en hectowatts.	Branchements intérieurs simples en fr par mois.	Branchements et colonnes montantes en fr par mois.
Jusqu'à 3	1,00	2
Au-dessus de 3 jusqu'à 5	1,50	3
— 5 — 10	2,00	4
— 10 — 20	3,00	6
— 20 — 30	4,00	8
— 30 — 50	5,00	10
— 50 — 100	5,50	11
— 100 — 200	6,00	12

Au-dessus de 200 hectowatts, prix à débattre de gré à gré.

Lorsque les branchements intérieurs et colonnes montantes appartiendront aux intéressés, la Société pourra recevoir de chaque abonné de l'immeuble une redevance mensuelle tant pour location et entretien du branchement sur canalisation de rue, que pour entretien du branchement intérieur et de la colonne montante. Cette redevance sera proportionnelle à la puissance du compteur de l'abonné. Le tarif maximum sera

de 50 pour 100 de celui stipulé ci-dessus pour branchement intérieur simple.

Art. 36 *bis.* — S'il est établi des transformateurs chez les abonnés, le propriétaire ou l'abonné seront simplement tenus de fournir l'emplacement nécessaire clos et couvert.

La Société devra fournir, poser et entretenir le transformateur sans avoir à réclamer aucune redevance.

Art. 37. — Les compteurs, qu'ils appartiennent à l'abonné ou à la Société, devront être d'un type approuvé par le Préfet de la Seine, la Société entendue. S'ils appartiennent à l'abonné, ils devront être vérifiés, plombés et entretenus par la Société.

Dans ce cas, la Société pourra, au moment de la mise en place du compteur, percevoir une somme de 20 fr à titre de frais de vérification et de pose.

Sur demande de l'abonné et jusqu'à concurrence d'une puissance de 200 hectowatts, la Société sera tenue de fournir des compteurs en location, aux tarifs mensuels maxima suivants, comprenant l'entretien :

Puissance du compteur de l'abonné en hectowatts.	Location du compteur en fr par mois.
Jusqu'à 3	1,5
Au-dessus de 3 jusqu'à 5	2,0
— 5 — 10	3,0
— 10 — 20	3,5
— 20 — 30	4,0
— 30 — 50	5,0
— 50 — 100	6,0
— 100 — 200	7,0

Les compteurs appartenant aux abonnés seront entretenus par la Société moyennant une redevance mensuelle égale au tiers de celle qui figure au tableau ci-dessus. Les compteurs à double tarif donneront lieu à une plus-value mensuelle de 1 fr pour location et entretien, et de 0,50 fr pour entretien seul.

L'abonné et la Société auront tous deux le droit de demander la vérification d'un compteur par les agents que le préfet de la Seine aura désignés à cet effet, et suivant tarifs approuvés par lui.

La vérification demandée par l'abonné sera à la charge de ce dernier, si le compteur est reconnu exact ou si l'erreur est au profit de l'abonné; elle sera à la charge de la Société, si l'erreur est au détriment de l'abonné. La vérification demandée par la Société sera toujours à la charge de cette dernière.

Suivant les progrès de la construction, le préfet de la Seine fixera, la Société entendue, les écarts dans la limite desquels un compteur sera considéré comme exact.

Art. 38. — La Société ne pourra s'imposer pour les installations intérieures des abonnés. Le préfet de la Seine pourra, la Société entendue, fixer les conditions auxquelles devront satisfaire les installations des abonnés. S'il use de cette faculté, la Société aura le droit et pourra être tenue de refuser le courant électrique à tout abonné dont l'installation serait reconnue défectueuse. La Société et la Ville auront chacune le droit de faire chez les abonnés toutes vérifications utiles. La Société aura le droit de contrôler l'usage auquel l'abonné emploie l'électricité, lorsqu'un tarif spécial lui aura été consenti en vue d'un certain usage de l'électricité.

Art. 39. — A tous les abonnés, la Société, avec l'approbation du préfet de la Seine, pourra imposer des mesures ayant pour effet d'empêcher les troubles dans l'exploitation, et notamment d'empêcher la mise en marche ou l'arrêt trop brusque d'une puissance trop considérable. La Société et la Ville auront le droit de vérifier chez les abonnés l'exécution de ces mesures.

Art. 40. — La Société sera tenue de livrer le courant à toute heure du jour et de la nuit. Elle aura toutefois la faculté d'interrompre le service deux jours par mois au plus, pour mesure d'isolement ou travaux de canalisation. Les jours d'interruption possible pourront varier d'un point à l'autre de Paris; ils seront fixés d'avance et portés à la connaissance des abonnés. L'interruption durera au plus de 9 heures du matin à 3 heures du soir, pendant le semestre d'hiver, d'octobre à mars, et de 7 heures du matin à 5 heures du soir, pendant le semestre d'été, d'avril à septembre.

Art. 41. — La Société ne pourra exiger des abonnés un cautionnement ou dépôt de garantie supérieur à 10 fr par hectowatt de puissance du compteur pour les emplois commerciaux et industriels, et à 2 fr par hectowatt de puissance du compteur pour les emplois domestiques. Ces cautionnements ne seront pas productifs d'intérêts.

Art. 42. — La Société devra faire agréer par l'Administration les modèles de ses polices d'abonnement. Elle ne pourra exiger de ses abonnés une garantie de durée de consommation supérieure à 600 heures par an pour les emplois commerciaux de l'énergie électrique, et à 200 heures pour les emplois domestiques, le tout calculé d'après la puissance du compteur. En outre, pour ces derniers emplois, l'abonné aura le droit de remplacer à son choix cette garantie, par le paiement d'une redevance de 0,40 fr par mois et par hectowatt. Les polices, avenants et toutes pièces ou conventions quelconques passés entre la Société et ses abonnés, seront établis en triple expédition, dont un exemplaire, signé par la Société et l'abonné, sera remis à la ville de Paris. Les frais de timbre des trois exemplaires seront à la charge de l'abonné.

Art. 43. — La déchéance pourra être prononcée par arrêté du préfet de la Seine, après avis conforme du Conseil municipal : 1° si la Société est mise en faillite; 2° si, hors le cas de force majeure, elle vient à cesser son exploitation. Seront assimilées à la cessation, les interruptions mentionnées à l'article 14 et durant plus de trois mois; 3° si les versements stipulés à l'article 31 n'ont pas été faits dans les délais voulus et si une mise en demeure adressée à ce sujet est restée quinze jours sans effet; 4° si après avoir encouru plus de 5000 fr d'amende en dix jours consécutifs, ou 10 000 fr d'amende en trente jours consécutifs, ou 20 000 fr en cent jours consécutifs, la Société n'a pas, après une mise en demeure adressée par la Ville, fait cesser les défauts ou inobservations ayant motivé les amendes.

Art. 44. — A la fin de l'exploitation, la Ville sera mise en possession définitive de tout l'actif mobilier et immobilier qui aura été compté dans les dépenses de premier établissement, en vertu des articles 8 et 9. Si l'exploitation prend fin au 31 décembre 1928, la Ville n'aura rien à payer. Si l'exploitation prend fin à une date antérieure, la Ville aura à sa charge le remboursement d'une partie de ces dépenses. Ce remboursement sera calculé en admettant que tous les travaux figurant au compte de premier établissement devraient être amortis entre le 1er janvier suivant leur mise en service et le 31 décembre 1928, l'amortissement étant progressif, de façon que l'intérêt à 4 pour 100 du capital non amorti et l'amortissement représentent une annuité totale constante. Au cas où la Ville ferait cesser la concession avant cette dernière date, elle devra rembourser à la Société la portion de ces dépenses qui resterait à amortir d'après le calcul ci-dessus. De plus, si l'expiration a lieu par suite de résiliation anticipée, la Ville devra payer à la Société jusqu'au 31 décembre 1928, une annuité égale à la moyenne de ses bénéfices nets dans les cinq dernières années, déduction faite des produits nets des deux plus faibles années; le montant de l'annuité ne pouvant d'ailleurs être inférieur au produit net de la dernière des cinq dernières années prises pour terme de comparaison.

Art. 45. — Pendant l'année qui précédera la fin de l'exploitation, la Société mettra, s'il y a lieu, le personnel désigné

par la Ville à même de s'initier à l'exploitation et lui fournira tous renseignements utiles.

Art. 46. — Pour refus de servir un abonné dans les cas prévus par les articles 32 à 34, l'amende sera, par abonné et par jour de retard, de 10 fr.

Art. 47. — Pour irrégularité dans la tension au delà des limites imposées par l'article 26, l'amende sera par jour et pour chaque arrondissement de Paris où l'excès d'irrégularité aura été constaté, de 10 fr. L'amende précédente sera doublée, triplée, etc., lorsque l'irrégularité dépassera le double, le triple, etc., des chiffres indiqués à l'article 26.

Art. 48. — Pour irrégularité dans la fréquence au delà des limites imposées par l'article 27, mêmes amendes que pour irrégularité de tension et mêmes majorations.

Art. 49. — Pour salaires insuffisants d'après l'article 29, l'amende sera égale au double de l'insuffisance.

Art. 50. — Pour défaut de passation des polices d'assurance ou avenants mentionnés à l'article 12, l'amende sera, par jour de retard et après mise en demeure, de 1/100 000e du capital restant à assurer.

Art. 51. — Pour défaut de reconstitution du cautionnement dans le cas prévu à l'article 4, et dans tous autres cas où des prélèvements auraient dû être faits sur ce cautionnement, l'amende sera par jour de retard et après mise en demeure, de 1/20e de la somme manquante.

Art. 52. — Pour défaut de fourniture de courant, par jour et par abonné, 0,10 fr. Seront comptés pour un abonné tout immeuble municipal, tout square, et tout kilomètre de voie publique, où il sera fait usage de l'électricité.

Art. 53. — Pour tout autre manquement aux obligations imposées par la présente convention, et pour chaque contravention, l'amende sera de 10 fr par jour jusqu'à ce que la contravention ait cessé.

Art. 54. — Tous frais de timbre, d'enregistrement et autres, résultant de la présente convention, sont à la charge de la Société.

NOTE EXPLICATIVE FOURNIE PAR LES SECTEURS

La sous-commission a bien voulu demander aux Secteurs si, en présence des offres qui avaient été faites à la Ville par divers groupements ou certaines Sociétés, les Secteurs ne jugeraient pas utile de faire de leur côté des propositions, non plus pour une période transitoire de cinq ans, mais pour une durée un peu plus longue de vingt ans, qui permettrait d'assurer à la Ville, au public et au personnel des conditions plus favorables.

Une proposition avait déjà été faite dans cet ordre d'idées le 9 juin 1905 par la Compagnie continentale Edison, qui exposait l'intérêt qu'il y avait à conserver les installations actuelles et à ne pas construire avant l'heure des usines nouvelles qui, dans un court délai, seraient considérées comme arriérées.

La Compagnie continentale Edison a repris cette proposition et, après l'avoir amendée, d'accord avec tous les Secteurs, la soumet au nom de tous ces Secteurs, à la Ville de Paris, en appelant son attention sur l'avantage considérable que la combinaison, reposant sur l'union de la future Société avec les concessionnaires actuels, paraît présenter sur toutes les autres combinaisons, tant au point de vue définitif qu'au point de vue transitoire.

En vertu des concessions en vigueur la ville se trouvera, en effet, à des dates diverses, en 1907 et 1908, mise en possession de canalisations importantes, mais sans disposer ni des usines qui les alimentent à l'amont, ni des branchements qui distribuent à l'aval le courant qui les parcourt.

Elle va donc être forcée ou de racheter ces usines et ces branchements ou d'en faire établir de nouveaux. La difficulté de la transition est telle, que tous les projets soumis à la Ville ont été unanimes à prévoir l'obligation de racheter aux Secteurs, soit amiablement, soit par voie d'expertise, la totalité de leur actif industriel, en tenant compte des éléments de toute nature indiqués par l'article 21 du Cahier des charges. Il en résultera, soit pour la Ville, soit pour son futur exploitant qui s'en rémunérera par un prélèvement sur les produits, une charge considérable.

En se plaçant exclusivement au point de vue technique, la transition, si elle n'est faite à l'amiable et d'accord avec les Secteurs, présentera des difficultés pour ainsi dire insurmontables, qui doivent faire rechercher une solution basée sur leur concours. Les propositions d'une prorogation provisoire dont les Secteurs ont accepté les conditions indiquées par la sous-commission du Conseil municipal donnant à la Ville toutes facilités pour résoudre la question, lui fournissaient le moyen de se trouver au bout d'une période de cinq ans, en situation d'adopter la solution qui lui paraîtrait préférable, régie directe, régie intéressée, ou concession nouvelle.

Si la Ville désire ne pas passer par cette période transitoire et provisoire, il semble qu'une combinaison basée sur l'Union des secteurs est la plus capable, pour ne pas dire la seule capable, de donner la meilleure solution au point de vue des intérêts du public, de la Ville de Paris et du personnel si important des secteurs, qui ne comprend pas moins de 1500 agents. A ce dernier point de vue, il paraît très intéressant, pour ne pas dire indispensable, d'adopter un système qui ne nécessite pas le congédiement plus ou moins brusque d'une partie du personnel actuel et qui permette non seulement de le conserver, mais encore de lui garder tant pour l'avenir que pour le passé, les avantages d'un régime de retraites à constituer.

Au point de vue du public comme au point de vue de la Ville, il n'est pas raisonnable de détruire immédiatement les capitaux considérables que représentent les usines actuelles, et de recommencer sur des frais nouveaux des usines qui, étant donné les progrès de la science, seront très probablement démodées dans quelques années. Des progrès considérables récents ont été faits au point de vue des machines électriques et surtout des machines motrices (turbines, machines à gaz, etc.). Nous sommes à une époque de transformation qui, pour donner des solutions un peu assises, demande encore quelques années. Il ne serait pas sage de ne pas utiliser au moins au début les stations actuelles, de ne pas en tirer tout le parti qu'on peut en tirer, jusqu'à ce que ces progrès aient été réalisés et que la nécessité oblige absolument à créer des engins nouveaux.

Les usines des Secteurs sont capables de fournir déjà plus de 40 millions de kw-h; des usines plus modernes, comme celles de la Société d'Électricité de Paris, du Triphasé, etc., etc., sont en situation de fournir pendant plusieurs années des suppléments importants à cette production. Il est évident, qu'avant de grever le prix du courant des charges du capital d'usines nouvelles, il est plus raisonnable de profiter des ressources offertes par les stations centrales existantes en s'acheminant d'ailleurs, au fur et à mesure des besoins, vers un plan d'ensemble qui serait concerté avec la Ville.

Il est vrai que le prix de revient de quelques-unes des usines existantes est un peu plus élevé que ne le donnerait une usine nouvelle; mais ce prix de revient qui, débarrassé des charges du capital s'abaisse sensiblement, n'importe pas dans les avantages offerts au Public et à la Ville dans la nouvelle combinaison qui, en outre, nous le rappelons, a l'avantage considérable de maintenir leur situation à un grand nombre d'agents que la substitution immédiate de une ou

deux usines nouvelles aux usines existantes jetterait sur le pavé.

C'est dans cet ordre d'idées que les Secteurs existants se sont groupés pour se mettre à la disposition de la Ville et lui proposer, comme suite à la combinaison provisoire, ou pour lui être substituée si la Ville le préfère, une combinaison d'une durée relativement courte de vingt ans environ, qui, en lui laissant toute liberté à l'expiration, d'abord, d'une période très courte de treize ans, puis à l'expiration de chaque année, lui donnant sans conteste la libre disposition de tous les instruments de production et de distribution dans Paris qui auraient été créés par la Société pendant cette période, offrirait à la Ville, au Public et au Personnel un ensemble d'avantages qu'aucune autre combinaison n'est en situation d'offrir.

Nous examinerons successivement les trois points principaux sur lesquels repose cette combinaison.

Tarifs. — En ce qui concerne les prix de vente du courant, la Société nouvelle, d'accord avec les Secteurs, pense que le mode actuel de tarification auquel la population est habituée se prête le mieux par sa souplesse et sa simplicité aux besoins du public; mais tandis que le prix maximum du courant d'éclairage est fixé actuellement à 15 centimes l'hectowatt-heure, que dans la combinaison avec prorogation provisoire chacun des Secteurs avait accepté de fixer ce maximum à 8 centimes pour les 4 premières années et à 7 centimes pour la dernière année du 8 avril 1911 au 31 décembre 1912, la Société nouvelle est disposée, si la Ville préfère la combinaison définitive, à accepter le maximum de 7 centimes dès le début du contrat et, si la Ville le désire, celui de 6 centimes à partir du 1er janvier 1917.

En ce qui concerne la force motrice, le prix maximum serait de 3,5 centimes.

De plus, comme les concessions des différents Secteurs expirent à des dates différentes, oscillant entre le 8 avril 1907 et le 11 décembre 1908, les Secteurs sont disposés, si la Ville le désire, à s'entendre afin d'adopter pour la mise en vigueur du contrat nouveau une même et unique date qui pourrait être fixée au 1er janvier 1908.

Il suffirait que la Ville consentît à proroger jusqu'au 31 décembre 1907 les concessions des quatre Secteurs qui expirent avant cette date, et ces quatre Secteurs se substitueraient à la Ville pour indemniser les compagnies des Champs-Élysées et de la Rive Gauche dont les concessions expirent au 15 avril et 11 décembre 1908, et qui se trouveraient ainsi lésées par la cessation anticipée du régime actuel.

Relations avec le personnel. — La Société nouvelle peut, grâce à l'accord avec les Secteurs réunis et grâce au maintien, tout au moins provisoire, du réseau et des sous-stations existantes, conserver le personnel actuel qui, nous le rappelons, présente un effectif de près de 1500 agents.

Elle est d'ailleurs disposée à garantir au personnel les conditions du travail et de retraite consenties dans la combinaison provisoire.

Il est à peine besoin de faire ressortir l'importance considérable pour le personnel non seulement d'être maintenu en service, mais encore de participer au bénéfice d'un régime de retraites par livret individuel, qui serait étendu par effet rétroactif à tous les agents en service, par le versement à la Caisse de la Vieillesse d'un capital qui, pour l'ensemble des Secteurs, ne serait guère inférieur à 2 millions 1/2.

Relations avec la Ville. — Ces relations doivent être envisagées à deux points de vue. Redevances payées à la Ville. Propriété des installations.

En ce qui concerne la redevance la Société nouvelle a cherché à faire de la Ville un véritable associé de son entreprise en la dégageant des incertitudes d'un partage de bénéfices difficile à établir, sujet à contestations ou recours, et en tout cas très aléatoire. Elle a pensé qu'elle donnerait à la Ville un avantage plus certain et moins sujet à discussions en calculant les bénéfices de la Ville non pas d'après les bénéfices de la Société, mais d'après ses recettes brutes qui forment une base indiscutable, facile à vérifier, et dont personne ne peut douter qu'elles croîtront avec le temps. Étant donné qu'avec les nouveaux tarifs la recette brute atteindra sans doute à bref délai 30 millions de francs, la Société accepterait de payer à la Ville une redevance de 10 pour 100 calculée sur cette recette. Pour associer la Ville aux bénéfices de la production au delà en continuant à débarrasser la Ville des préoccupations et des incertitudes résultant de l'établissement du produit net, la Société accepterait d'augmenter cette redevance de 2 1/2 pour 100 par 3 millions de recettes supplémentaires, de telle sorte que la redevance serait de :

10 pour 100 pour les 30 premiers millions.					3 000 000 fr.
12,5 pour 100 pour la recette comprise entre 30 et 33 millions. . . .					375 000
15	—	33 et 36	—	. . . .	450 000
17,5	—	36 et 39	—	. . . .	525 000
20	—	39 et 42	—	. . . .	660 000
22,5	—	42 et 45	—	. . . .	675 000
25 pour 100 pour la recette à partir de 45 millions.					

et que par conséquent pour une recette égale seulement à 45 millions, le coefficient moyen de la redevance totale serait porté à 12,5 pour 100 et la redevance atteindrait 5625000.

Pour une recette de 60 millions, elle serait de 9375000 et de 19375000 pour une recette de 100 millions.

En outre, la Société accepterait de payer à la Ville pour usage des canalisations actuelles qui lui seraient remises par la Ville à l'expiration des concessions des Secteurs, une redevance de 1 million de fr.

Il résulterait de cette combinaison que les redevances payées à la ville à ce double titre atteindraient, dès la première année, le chiffre de 4 millions que la Société garantirait d'ailleurs à la Ville, pour atteindre plus ou moins rapidement le chiffre de 6625000, de 10375000 et de 20375000, avec des recettes de 45, de 60 et de 100 millions.

En ce qui concerne la propriété des installations, la combinaison proposée par les Secteurs associés assure la propriété à la Ville de toutes les installations actuelles (canalisations, branchements sur rues, branchements de maisons, transformateurs d'abonnés, branchements intérieurs, colonnes montantes, dérivations, compteurs) faites par les Secteurs et qui sont leur propriété à partir des câbles de distribution placés sous la voie publique. Il en sera de même de tous les travaux nouveaux ou acquisitions d'immeubles qui seront exécutés par la Société conformément à un programme général qui sera soumis à l'approbation de M. le Préfet de la Seine.

Toutefois, si la Ville venait à user des clauses de résiliation prévues à l'art. 6, elle devrait, d'une part, prendre à sa charge les annuités restant à courir pour l'intérêt et l'amortissement des dépenses d'établissement correspondantes, et d'autre part, payer à la Société jusqu'au 31 décembre 1928, une annuité égale à la moyenne de ses bénéfices nets dans les cinq dernières années, déduction faite des deux plus faibles années.

La combinaison proposée par les Secteurs réunis, de très courte durée puisqu'elle n'est faite que pour une période d'environ vingt ans que la Ville peut réduire d'année en année à partir de la douzième, présente un avantage considérable pour la Ville dont elle réserve la liberté en lui laissant au bout d'une courte période, le moyen d'adopter telle solution qu'elle jugera la meilleure. Débarrassée des difficultés techniques, juridiques et financières de la période transitoire, elle sera mise en possession des branchements de toute nature, des colonnes montantes, des compteurs, etc..., ainsi que d'une canalisation considérablement augmentée qui lui permettra d'adopter, pour la génération du courant, les systèmes les plus nouveaux et les plus perfectionnés qui ne manqueront

pas de se produire dans une période de douze à vingt ans. Au lieu de se trouver en possession d'usines déjà vieilles, démodées sans doute, et en tous cas fatiguées, elle aura la possibilité de pouvoir choisir le système le plus nouveau, qu'il s'agisse de moteurs à vapeur, à gaz, hydrauliques ou autres, voire même qu'il s'agisse d'usines placées au loin comme à Bellegarde, sur les charbonnages mêmes, etc....

Mais, si la Ville estimait qu'il y aurait quelque intérêt pour elle à se trouver à l'expiration du contrat en possession d'usines génératrices en plein fonctionnement, l'Union des Secteurs est tout à sa disposition pour rechercher avec elle et d'après le programme technique et financier qui lui serait indiqué, le moyen de donner satisfaction à la Ville, soit, par exemple, par une simple prolongation du contrat qui permettrait de réserver sur les bénéfices des années prolongées les sommes suffisantes pour acquérir ou installer ces moyens de production, soit, par tout autre procédé qui serait mieux à la convenance de la Ville.

CAPACITÉ ET ÉCHAUFFEMENT

DES CABLES SOUTERRAINS

(Suite et fin[1].)

II. — ÉCHAUFFEMENT

En matière de câbles souterrains, la question de l'échauffement est une de celles sur lesquelles on possède le moins d'informations. Bien qu'en général la densité de courant à laquelle on soumet les conducteurs soit déterminée par des considérations tout autres que celle de la température de régime qui en résultera, celle-ci n'en est pas moins importante à connaître. L'échauffement affecte, en effet, la conductibilité électrique du cuivre; d'autre part, pour les hautes tensions, l'élévation de température du diélectrique peut compromettre sa rigidité électrostatique. La présente étude est un essai de prédétermination de cette température. Il se rattache indirectement à l'étude des capacités, celle-ci apportant, comme on le verra, une contribution importante à la solution d'une partie du problème.

La détermination de la température en un point quelconque à l'intérieur d'un câble souterrain comporte la solution préalable de quelques problèmes secondaires. Si l'on considère la forme la plus simple, celle d'un câble à conducteur unique, on peut représenter schématiquement les températures suivant un rayon, à partir de l'axe du câble par la figure 7. Dans l'âme, la production de chaleur est uniformément répartie. Comme elle doit s'écouler tout entière par la surface, il doit exister entre l'axe O et la surface une chute de température. De A en B est figurée la répartition. Dans le diélectrique est une chute plus forte, figurée en BC, à cause de sa moindre conductibilité. Dans l'épaisseur de l'enveloppe, puis dans le sol environnant se produisent de nouvelles chutes, et la température tend finalement vers celle θ_0 du sous-sol.

Comme la conductibilité thermique des métaux est certainement bien supérieure à celles des diélectriques et du sol, on admettra pour simplifier que l'enveloppe, géné-

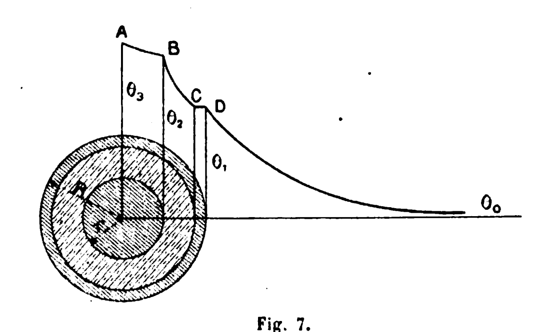


Fig. 7.

ralement assez mince, est à une température uniforme θ_1. On se propose de déterminer les valeurs de θ_1 θ_2 θ_3, et les lois de la chute dans les intervalles.

18. Les lois d'écoulement de la chaleur dans les solides sont de même forme que celles de la propagation d'un courant permanent dans les conducteurs, c'est-à-dire de la même forme que la loi d'Ohm. La puissance thermique (Q/t) qui traverse normalement un solide d'épaisseur e et de section s est :

$$Q/t = I_c = k\frac{s}{e}\cdot\Delta\theta.$$

La différence de température $\Delta\theta$ jouant un rôle analogue à celui d'une force électromotrice, et k étant le coefficient de conductibilité thermique du milieu.

La quantité $Q/t = I_c$ peut s'appeler l'intensité de la circulation thermique.

La propagation doit être étudiée d'abord dans un câble à âme unique, comme figure 7, successivement dans l'âme, puis dans le diélectrique; enfin dans le sol environnant, milieu de diffusion.

Conducteur. — Considérons, dans tous les cas, une même longueur l du câble. Dans l'âme, considérons une couche concentrique à l'axe, à distance x du centre, et d'épaisseur dx.

La quantité de chaleur qui traverse la couche dans un temps donné est toute celle qui se produit dans son intérieur en raison de la loi de Joule. Cette dernière est, en mesures électriques $\rho\delta^2$ par unité de volume du métal et par unité de temps.

Elle sera donc $\rho\delta^2 l\,.\,\pi x^2$ pour la longueur l de câble, ou bien $A\pi x^2 l$ en mesures thermiques, A étant le facteur convenable. On a donc :

$$A\pi x^2 l = -k_1\frac{2\pi x l}{dx}d\theta,$$

d'où

$$-d\theta = \frac{A}{2k_1}x\,dx.$$

---

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, n° 347, du 10 juin 1906, p. 245.

Soit θ_2 la température à la surface, r le rayon, on a

$$\theta_x - \theta_2 = \frac{A}{4k_1}(r^2 - x^2),$$

et en particulier, au centre

$$\theta_3 - \theta_2 = \frac{Ar^2}{4k_1} = \frac{I_c}{4\pi k_1 l}. \qquad (7)$$

On a, en effet, entre A et I_c la relation

$$I_c = \pi r^2 l A.$$

Diélectrique. — Dans tout le diélectrique, le courant thermique I_c est constant, et a pour valeur

$$I_c = -\,d\theta_1 k_2 \frac{2\pi l x}{dx},$$

d'où

$$-\,d\theta = \frac{I_c}{2\pi k_2 l}\frac{dx}{x},$$

$$-\,\theta_x = \frac{I_c}{2\pi k_2 l}\cdot \log_e x + c.$$

Soit θ_1 la température à la face externe, en contact avec l'enveloppe de plomb, de rayon R, on a

$$\theta_2 - \theta_1 = \frac{I_c}{2\pi k_2 l}\log_e \frac{R}{r}. \qquad (8)$$

Plomb et armature. — Il n'y a aucune erreur appréciable à admettre que toute la masse métallique, plomb et armature s'il y a lieu, est à une température uniforme θ_1. La conductibilité des métaux est tellement supérieure à celle des diélectriques ou de la terre, que la chute interne de température, dans ces parties métalliques relativement minces, peut toujours être négligée sans erreur, au degré d'approximation qu'on peut espérer obtenir dans cette nature de calculs.

Sol. — Les conditions théoriques de refroidissement par le sol sont beaucoup moins bien définies que celles de l'intérieur du câble. En réalité, nous ne savons rien de la manière dont se fait le refroidissement, quel rôle y joue la convection par l'eau d'imprégnation ou par l'air échauffé. L'idée la plus naturelle est de considérer le sol comme un conducteur simple, indéfini, et d'essayer de lui appliquer la formule établie pour le diélectrique :

$$-\,d\theta = \frac{I_c}{2\pi k_3 l}\cdot\frac{dx}{x},$$

d'où

$$\theta_1 - \theta_x = \frac{I}{2\pi k_3 l}\log_e \frac{x}{R}.$$

Malheureusement cette formule se présente assez mal pour l'application ; la valeur $\theta_x - \theta_1$ croît sans limite à mesure qu'on augmente x. Or ceci est en opposition avec l'expérience. On pourrait essayer cette hypothèse qu'à une distance D, la température est pratiquement celle du sous-sol θ_0, et écrire :

$$\theta_x - \theta_0 = \frac{I}{2\pi k_3 l}\log_e \frac{D}{x}.$$

Ce qui permettrait de calculer θ_1 en faisant $x = R$. Malheureusement on trouvera pour θ_1 des valeurs grandement variables avec la distance D à laquelle on admettra que la température ne diffère plus de θ_0.

Il semble donc qu'à tant faire qu'introduire une hypothèse aussi arbitraire, il vaut mieux abandonner la forme de la formule (8) et rechercher une forme empirique de formule de propagation qui soit seulement astreinte à donner des résultats généraux en concordance avec l'expérience.

Or, l'expérience nous indique simplement : 1° qu'il s'établit un régime permanent, et que par conséquent l'excès de température du câble sur celle du sol est une quantité finie ; 2° que cet excès de température est proportionnel au carré δ^2 de la densité de courant, et par conséquent, à l'intensité linéaire $\frac{I_c}{l}$. Il est évident aussi que cet excès doit être en raison inverse d'un coefficient k_3 de conductibilité du sol, quelle que soit d'ailleurs la nature de cette conductibilité.

La formule empirique cherchée doit satisfaire à ces conditions, et peut s'écrire :

$$\theta'_x - \theta_0 = N\cdot\frac{I_c}{k_3 l}f(x),$$

avec la condition que $f(x)$ tende vers zéro quand x augmente indéfiniment.

Les formes qui se présentent immédiatement à l'esprit pour la fonction $f(x)$ sont :

$$f(x) = \frac{1}{x}, \qquad (a)$$

$$f(x) = \frac{1}{e^{Cx}}. \qquad (b)$$

La forme (a) est d'écriture plus simple. Elle satisfait à l'homogénéité, N étant un facteur numérique que l'expérience permet de déterminer. Enfin cette forme trouve encore une base théorique appréciable en ce qu'elle exprime l'hypothèse que les excès de température $\theta_x - \theta$ sont pour chaque valeur de x inversement proportionnels à la surface de dissipation de rayon x.

On ne doit cependant la considérer que comme purement empirique, sans autre prétention que de représenter suffisamment les résultats d'expérience. On vérifie d'ailleurs sur des exemples numériques de câbles choisis parmi les dimensions usuelles, que les valeurs de θ_1 qu'elle fournit ne diffèrent pas notablement de celles que donnerait la formule (8) où l'on ferait $\frac{R}{r} = 100$.

Nous écrirons donc simplement pour le sol, la relation

$$\theta_x - \theta_0 = N\frac{I_c}{k_3 l}\frac{1}{x}. \qquad (9)$$

Câbles multiples. — Tout ce qui précède suffit à cal-

culer la répartition des températures dans le cas d'un câble unique (fig. 7), pourvu que l'on connaisse les facteurs numériques qui entrent dans les formules.

Il n'y a aucune difficulté à étendre le calcul au cas des câbles à conducteurs concentriques; le calcul est trop simple pour qu'il y ait lieu de le détailler ici. Mais il semble n'en être pas de même pour le cas des conducteurs multiples toronnés ou parallèles.

La température qu'il est le plus intéressant de connaître est celle θ_2 à la surface du cuivre. C'est aussi, en effet, celle de la partie du diélectrique qui est soumise à la plus grande tension disruptive. Or cela exige que l'on puisse chiffrer la chute de température dans l'espace, de forme compliquée, qui est compris entre les conducteurs et leur enveloppe commune.

C'est ici que la théorie de la capacité apporte une importante contribution, qui permet de lever cette difficulté.

La remarque fondamentale est que les formules de capacité électrique sont de même forme que celles de la conductance thermique ou électrique; toutes deux sont proportionnelles à un coefficient spécifique du milieu, et *aux mêmes fonctions* de ses dimensions linéaires, en raison directe des sections droite et inverse des épaisseurs dans la direction de propagation. Les directions d'écoulement du flux thermique ne diffèrent donc pas de celles des lignes de force électrique; la résistance à l'écoulement se chiffre absolument comme la résistance à l'établissement du flux de force électrique.

On en déduit, comme conséquence particulière immédiate, que la conductance thermique du diélectrique d'un câble multiple, dont tous les conducteurs travaillent à la même densité de courant, est proportionnelle à la capacité mesurable entre l'ensemble de tous les conducteurs réunis métalliquement d'une part, et l'enveloppe de plomb d'autre part.

Or les formules générales exposées dans la première partie de ce travail permettent de calculer facilement cette capacité, et par suite la conductance, d'après les seules données de construction et avant exécution. Sur des câbles construits, la comparaison entre les capacités 1, 2, 3... $n/P = nS$ permettront de connaître les conductances relatives à ce même diélectrique. Il suffit, pour le calcul, d'introduire dans les formules générales dérivées du groupe (2) les conditions $V_1 = V_2 = \dots V_n$, pour obtenir sans difficulté l'expression mathématique de ces conductances. Il n'est pas utile de reprendre ici le détail de ces calculs; on trouverait, par exemple, pour un câble à deux conducteurs égaux et parallèles :

$$C_c/l = k_2 \frac{1}{2 \log_e \left(\frac{a}{2r} \cdot \frac{R^4 - a^4}{R^2 a^2} \right)}.$$

Les résultats généraux sont donnés dans le tableau III que l'on a complété en y ajoutant ce qui a trait aux câbles à deux conducteurs concentriques.

TABLEAU III

CONDUCTANCE THERMIQUE DU DIÉLECTRIQUE DES CABLES A CONDUCTEURS MULTIPLES, CIRCULAIRES, ÉGAUX ET SYMÉTRIQUES, SOUMIS A LA MÊME DENSITÉ DE COURANT.

r, rayon d'un conducteur; R, rayon de l'enveloppe; a, distance de l'axe d'un conducteur à celui du câble; k_2, conductibilité spécifique du diélectrique.

Valeurs en calories (gramme-degré) par seconde.

Conducteur unique :

$$C_c/l = k_2 \cdot 2\pi \frac{1}{\log_e \frac{R}{r}}.$$

Câble à deux concentriques :

$$C_c/l = k_2 \cdot 2\pi \frac{1}{\log_e \frac{R}{r_2} + \frac{1}{2} \log_e \frac{r_2}{r_1}} = k_2 2\pi \frac{1}{\log_e \frac{R}{\sqrt{r_1 r_2}}}.$$

Câble à deux parallèles :

$$C_c/l = k_2 \cdot \frac{1}{2 \log_e \left(\frac{a}{2r} \cdot \frac{R^4 - a^4}{R^2 a^2} \right)}.$$

Câble à trois parallèles :

$$C_c/l = k_2 \cdot \frac{1}{2 \log_e \left(\frac{a}{3r} \cdot \frac{R^6 - a^6}{R^3 a^3} \right)}.$$

Câble à quatre parallèles :

$$C_c/l = k_2 \cdot \frac{1}{2 \log_e \left(\frac{a}{4r} \cdot \frac{R^8 - a^8}{R^4 a^4} \right)}.$$

Les graphiques suivants (voy. p. 284) donnent, pour les divers câbles multiples, les valeurs de la fraction multiplicatrice de k_2.

Valeurs des constantes. — Le calcul numérique exige maintenant la connaissance des constantes des formules, c'est-à-dire des conductibilités thermiques des divers milieux, et celle du facteur numérique N de la formule (9).

Les conductibilités sont données pour un certain nombre de substances, d'après les mesures des physiciens, par les valeurs suivantes :

CONDUCTIBILITÉS THERMIQUES EN CALORIES (GR-DEGRÉ) PAR SECONDE, PAR DEGRÉ ET PAR CM

Cuivre rouge	0,820
Plomb	0,086
Fer	0,200
Terre	0,0017
Marbre	0,0047
Granit	0,0053

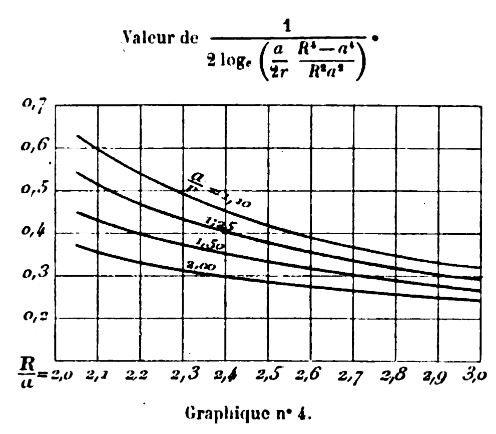
Celles des diélectriques complexes, tels qu'ils sont dans les câbles, sont encore mal connues. Des expériences directes permettraient sans doute de les préciser facilement; mais on est aujourd'hui encore obligé de recourir

à une assimilation, et à interpoler entre les résultats ci-dessus. Dans les câbles, le diélectrique est massif, bien comprimé et privé d'air; on doit donc admettre que sa conductibilité doit être très supérieure à celle de la terre, et très probablement de l'ordre de celle d'une pierre non poreuse, telle que le marbre ou le granit. La valeur $k_2 = 0{,}005$ qui satisfait à ces conditions peut donc être admise, dans l'état actuel de nos connaissances.



Câbles à 2 conducteurs.

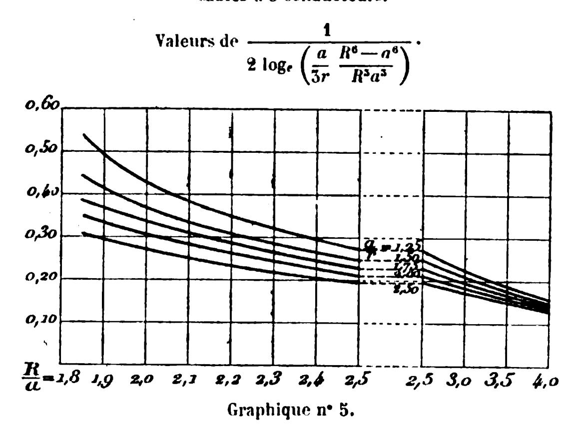
Valeur de $\dfrac{1}{2\log_e\left(\dfrac{a}{2r}\,\dfrac{R^4-a^4}{R^2a^2}\right)}$.



Graphique n° 4.

Câbles à 3 conducteurs.

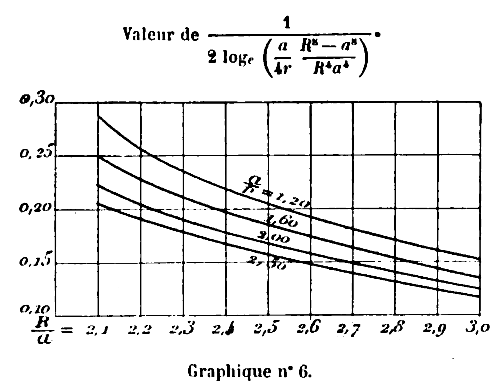
Valeurs de $\dfrac{1}{2\log_e\left(\dfrac{a}{3r}\,\dfrac{R^6-a^6}{R^3a^3}\right)}$.



Graphique n° 5.

Câbles à 4 conducteurs.

Valeur de $\dfrac{1}{2\log_e\left(\dfrac{a}{4r}\,\dfrac{R^8-a^8}{R^4a^4}\right)}$.



Graphique n° 6.

Quant à la constante numérique N de la formule (9), un nombre d'expériences malheureusement très faible permet seulement de dire qu'elle ne doit pas s'éloigner beaucoup de la valeur 1,3.

Calculs numériques. — Un exemple numérique indiquera le parti qu'on peut tirer de ces formules.

Soit d'abord un câble unique de 250 mm² de section, dont les dimensions principales sont :

r, sur le cuivre $= 1{,}35$ cm.
R, sous le plomb $= 1{,}75$ —

Il reçoit un courant de 500 A. On trouve pour l'émission de chaleur :

par cm³ de cuivre : $\rho\delta^2 = 1{,}8 \,.\, 10^{-6} \,.\, (2 \,.\, 10^2)^2 = 0{,}072$
par cm³ de câble : $\rho\delta^2 s = 0{,}072 \,.\, 250 = 0{,}18$ w : cm,

telle est la valeur de I_e/l en mesure électrique; on la réduit en mesure thermique en tenant compte des relations connues :

1 watt $= 0{,}266$ calorie (gramme-degré) par seconde,
1 calorie $= 3{,}76$ joules ou watts-seconde.

Donc, ici :

$$\frac{I_e}{l} = 0{,}18 \,.\, 0{,}266 = 0{,}048 \text{ calorie par seconde.}$$

On a donc, en prenant pour 10° la température du sous-sol, d'après (9) :

$$\theta_1 = \theta_0 + N\frac{I_e}{k_3 l}\cdot\frac{1}{x}$$
$$\theta_1 = 10^\circ + 21^\circ = 31^\circ.$$

Nous admettons que le plomb est tout entier à cette même température, en raison de son peu d'épaisseur relative et de sa conductibilité élevée.

Pour avoir la température à la surface du cuivre, appliquant la formule (8) du diélectrique, on trouve :

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{I_e}{2\pi k_2 l}\log_e\frac{R}{r}$$

avec $k_2 = 0{,}005$ et les valeurs de R et r ci-dessus :

$$\theta_3 = 31^\circ + 4^\circ = 35^\circ.$$

Enfin, pour avoir la température au centre du toron de cuivre, l'application de la formule (7) donne :

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{I_e}{4\pi k_1 l}$$
$$= 35^\circ + 0^\circ{,}005$$

l'accroissement $\theta_3 - \theta_2$ est absolument négligeable.

On voit par ce calcul : 1° que la plus grande chute de température se fait dans le sol; 2° que la chute dans le diélectrique, choisi ici assez peu résistant, est notable; 3° enfin que la chute interne de l'âme de cuivre est complètement inappréciable. Cette dernière remarque nous donne l'assurance que la densité de courant reste bien uniforme dans toute la section, ce qui n'aurait évidemment pas lieu si les températures y étaient notablement différentes. Les températures que l'on déterminerait par mesure de la résistance électrique de l'âme seraient donc bien, pratiquement, la température de tout le cuivre.

Câble multiple. — Passant maintenant au cas d'un câble à conducteurs multiples.

Soit un câble triple dont les données principales sont :

Section d'un conducteur.	$s = 0,60$ cm².
Rayon d'un conducteur	$r = 0,50$ cm.
Distance d'un conducteur à l'axe du câble. .	$a = 0,85$ cm.
Rayon intérieur sous plomb	$R = 2,00$ cm.

De ces chiffres, on déduit :

$$\frac{a}{r} = 1,7 \qquad \text{et} \qquad \frac{R}{a} = 2,35.$$

On se propose de déterminer les températures lors d'un fonctionnement à une densité de 2 A : mm² par exemple.

L'intensité linéaire thermique I_c/l a pour valeur, en mesure électrique, $3\rho\delta^2 s$. Au sujet de la valeur de la résistivité ρ, il est important de remarquer qu'elle est fonction de la température même que l'on cherche. On ne pourrait donc, en toute rigueur, obtenir celle-ci que par des approximations successives. En commençant par prendre une valeur correspondant à une température présumée que prendra le câble, on abrégera le calcul et on pourra le plus souvent se dispenser de recourir à une deuxième approximation. Prenons ici la valeur :

$$\rho = 2 \text{ microhms-cm}$$

qui correspond à la valeur présumée $\theta_3 = 62°$. On a :

$$3\rho\delta^2 s = 3 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^4 \cdot 0,6 = 0,144 \text{ w:cm}$$

d'où

$$\frac{I_c}{l} = 0,0384 \text{ cal. (gramme-degré) par cm et par seconde.}$$

Cela posé, on a :

$$\theta_1 = 10° + 14°,7 = 25°,7.$$

Pour avoir la température θ_2 à la surface du cuivre, il faut simplement écrire :

$$\frac{I_c}{l} = \frac{C_c}{l}(\theta_2 - \theta_1).$$

Le tableau III donne la valeur :

$$\frac{C_c}{l} = k_2 \frac{1}{2 \log_e \left(\frac{a}{3r} \cdot \frac{R^6 - a^6}{R^3 a^3}\right)}.$$

Or, k_2 vaut environ 0,005 et la valeur de la fraction se lit sur le diagramme n° 5 comme étant égale à 0,23. Donc :

$$\theta_2 = \theta_1 + 33°,3 = 58°,1.$$

Cette valeur étant un peu inférieure à 60°, température présumée, est assez approchée pour qu'il ne soit pas nécessaire de reprendre le calcul; la précision supplémentaire obtenue serait tout à fait illusoire.

Il est bien évident, en effet, que les hypothèses fondamentales, comme aussi l'incertitude des différents coefficients qui interviennent dans ces formules, ne permettent pas de compter sur une exactitude bien grande. Elle n'est d'ailleurs pas nécessaire, et il sera en général bien suffisant de connaître à 5° ou 10° près la température probable. Ce n'est que bien rarement qu'on aurait à soumettre les câbles à une densité de courant assez élevée pour qu'ils soient exposés à un échauffement véritablement dangereux. Et on ne pourrait regarder comme vraiment dangereuse qu'une température supérieure à celle à laquelle a été soumis le câble au cours de sa fabrication, ou bien une température suffisante pour altérer la rigidité électrostatique du diélectrique.

L'auteur ne se dissimule pas combien sont arbitraires la plupart des données qui précèdent; aussi ne doit-on considérer cette étude que comme un essai, dont l'objet principal est de provoquer, si possible, les expériences propres à déterminer avec plus de précision en particulier les valeurs des coefficients k et l'action refroidissante du sol.

Telles que, les données précédentes seront sans doute déjà de quelque utilité pour ceux qui emploient des câbles et qui n'ont eu jusqu'ici que peu de moyens d'apprécier leur échauffement probable. R.-V. PICOU.

PROGRÈS DES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES

(SUITE[1].)

Les engrais synthétiques au four électrique. — Cette question passionnante de la fixation de l'azote atmosphérique qui, depuis Cavendish et Priestley, les premiers expérimentateurs en la matière, a hanté le cerveau des chimistes et des agronomes, est aujourd'hui définitivement résolue, résolue doublement peut-on dire même, puisque deux procédés différents ont abouti industriellement : le procédé par fixation directe de l'azote sur le carbure, qui donne un produit cyanamidé dont nous avons déjà parlé précédemment, et le procédé par oxydation de l'azote, qui donne de l'acide azotique et produits annexes que l'on fixe sous forme de nitrates de soude, de potasse ou de chaux utilisables par l'agriculture et l'industrie chimique.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur la technique de la fixation de l'azote atmosphérique, qui sera traitée ici même très amplement, mais nous retiendrons plus spécialement le côté économique et commercial, faisant ressortir toute l'importance de la nouvelle industrie créée par le four électrique.

De même qu'on a spéculé sur l'époque plus ou moins lointaine où sonnera l'heure de l'épuisement du dernier gîte houiller, de même d'avisés démographes ont calculé

---

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 juin 1906, n° 347, p. 251.

que la population du globe terrestre augmentait plus vite que ses ressources alimentaires. Davis Wood, un économiste américain, jeta le premier un cri d'alarme il y a tantôt quinze ans, faisant observer d'une part la progression rapide des *broad eaters* (mangeurs de pain) et d'autre part le faible accroissement de la surface des terres cultivées consacrées aux céréales. Plus tard, vers 1898, sir William Ramsay ne dédaignait pas d'abandonner un instant ses savants travaux de physicien pour se livrer à une enquête analogue dont la conclusion, particulièrement pessimiste pour nos petits-fils, était que d'ici à moins d'un demi-siècle, les derniers hectares de terrains disponibles en Europe seront utilisés. Enfin, chez nous, M. Grandeau, le distingué directeur de la Station agronomique de l'Est, montrait récemment en une magistrale conférence, le rôle supérieur de ce gaz inerte, l'azote, dans le monde organisé.

Pour vivre, il ne suffira pas à l'homme d'augmenter ses terres cultivées, ce qui ne sera guère possible d'ici peu, mais il lui faudra surtout en accroître le rendement par l'emploi des engrais, au premier rang desquels se placent les engrais azotés.

Actuellement, les nitrates nécessaires à l'agriculture sont exclusivement fournis par les gisements de salpêtre du Chili (nitrate de soude). Jusque vers 1830, ces gisements, qui ne se trouvent qu'en un seul point du globe, le désert de Tarapaca qui, lors de la guerre dite du Pacifique, devint territoire chilien après avoir appartenu au Pérou, furent uniquement exploités sur une échelle restreinte pour les besoins locaux. A partir de cette époque, les premières exportations s'effectuent, et depuis ont progressé dans l'énorme proportion que démontre le tableau ci-dessous, et à tel point que le gouvernement chilien en retire le plus clair de ses revenus.

EXPORTATIONS DU NITRATE CHILIEN

1834	16 500	tonnes par an.
1850	25 000	—
1860	61 000	—
1870	150 000	—
1880	320 000	—
1890	775 000	—
1900	1 290 000	—
1904	1 584 000	—

Au train dont vont les choses, et pour peu que la progression des exportations s'effectue dans les mêmes proportions, le salpêtre du Chili deviendra très rare, très cher par conséquent. A l'heure actuelle, le Chili compte 85 mines en exploitation; les frais de production du quintal espagnol (46 kg) arrivent à un total de 5,75 fr sur bateau port chilien, dont 2,95 fr de droit de sortie; si l'on ajoute 2 fr de fret, 0,50 fr d'assurance, les 100 kg de nitrate (à 14 pour 100 d'azote environ) rendus en Europe *coûtent* plus de 20 fr et sont vendus entre 25 et 30 fr suivant cours ou marchés.

Contre ces prix qui ne peuvent qu'augmenter dans l'avenir, par suite de l'épuisement inévitable à plus ou moins longue échéance des dépôts chiliens, les produits électriques, fabriqués d'ores et déjà industriellement, peuvent lutter avec avantage. Le nitrate de chaux à 13 pour 100 d'azote, fabriqué en Norvège avec l'énergie des chutes d'eau, revient à 15-16 fr les 100 kg, alors que le calcium-cyanamide à 15 pour 100 d'azote assimilable (correspondant à 20-22 pour 100 d'azote total) revient à un prix encore inférieur. C'est donc bien une nouvelle victoire électrochimique que nous enregistrons.

Pour finir, nous résumerons les constantes des principaux procédés de fixation de l'azote atmosphérique ayant fait l'objet de tentatives pratiques de réalisation :

RENDEMENT COMPARÉ DES PROCÉDÉS DE FIXATION DE L'AZOTE

	Azote fixé en gr par kw-h.
Kowalski et Moscicki (Suisse)	11,9
Atmospheric Product C°, proc. Bradley et Lovejoy (Amérique)	19,4
Birkeland et Eyde (Norvège)	21,7
Frank et Caro (Allemagne)	53,2

De ces différents procédés, les deux premiers n'ont pu arriver, malgré de longs et persévérants essais, à se constituer pratiquement. Le Syndicat de Fribourg pour l'étude du procédé Kowalski vient de se dissoudre, et l'usine de Niagara Falls pour l'exploitation du procédé Bradley et Lovejoy est arrêtée : ses produits contenaient des nitrites, que les agriculteurs, à tort ou à raison (les agronomes ne sont pas d'accord sur ce point) considèrent comme nuisibles à la végétation, de sorte que l'*Atmospheric Product C°* ne pouvait écouler ses nitrates.

Par contre, les deux derniers procédés, qui fixent l'azote par deux méthodes différentes, oxydation et cyanuration, sont aujourd'hui exploités sur une grande échelle.

Le procédé Birkeland et Eyde est installé en Norvège aux usines de Nottoden, par la *Société norvégienne de l'azote*, au capital de 7 millions de couronnes. Lorsque les travaux hydrauliques et électriques seront définitivement achevés (1907), l'usine, au moyen de ses 30 fours électriques de chacun 750 kw, produira par an 25 à 30 000 tonnes de nitrate de chaux.

Le procédé Frank et Caro pour la fabrication de la calcium-cyanamide est exploité en Allemagne par la *Cyanid Gesellschaft*, filiale des puissantes associations *Siemens-Schuckert* et *Gold-Silberscheide Anstalt*; en Italie, par la *Societa generale per la Cyanamide*, de Rome, filiale de la *Societa Italiana di Elettro-Chimica*, qui consacre 7500 poncelets à cette fabrication dans son usine à carbure de Piano d'Orte; en Autriche-Hongrie, par la même Société italienne qui va ériger à Fiume une usine pour la fabrication de 12 500 tonnes de calcium-cyanamide par an; enfin, en France, par la *Société française des produits azotés*, récemment constituée au capital de 1 million, et qui possède également des attaches financières avec la Société italienne.

Ainsi qu'on le voit par cet exposé, la question des engrais synthétiques entre cette fois dans la voie pratique et, grâce au four électrique, semble définitivement résolue. Il ne faut pourtant pas se dissimuler que la méthode microbienne pour la production des nitrates se

dresse comme une concurrente éventuelle de la méthode électrique. La toute récente communication de MM. Muntz et Lainé à l'Académie des Sciences, sur l'utilisation des tourbières à la production du salpêtre, nous montre en effet que, alors qu'autrefois une bonne nitrière produisait seulement 5 kg de salpêtre par mètre cube en deux ans, les auteurs ont obtenu un rendement de 8 kg en un seul jour, ce qui est un résultat d'un gros intérêt pratique.

Néanmoins, si l'on considère qu'en France seulement, les récoltes annuelles renferment 600 000 tonnes d'azote environ, dont une moitié leur est fournie sous forme de fumures, l'autre moitié étant empruntée au sol qui s'épuise, mais qui devra être également fournie par les engrais, le débouché agricole seul est suffisamment vaste pour permettre un développement économique satisfaisant des méthodes électriques d'utilisation de l'azote de l'air, lesquelles ont, en outre, tous les débouchés nombreux dans l'industrie, de l'acide nitrique et des cyanures alcalins.

Produits ammoniacaux. — Nous avons vu l'utilisation de l'azote atmosphérique sous forme de composés oxygénés ou cyanés; on a également proposé de le fixer sous forme d'ammoniaque et produits ammoniacaux.

Les diverses méthodes que l'on a brevetées nous semblent d'un intérêt immédiat très médiocre, étant donné que l'ammoniaque constitue un sous-produit abondant de tous les processus de distillation ou combustion lente des matières organiques : houille, bois, tourbe, etc. L'emploi croissant des fours à coke à récupération, la diffusion de plus en plus grande des grosses installations de gazogènes pour force motrice (Mond, Duff, etc.), mettent sur le marché des quantités considérables de sels ammoniacaux, et les cours en subissent une diminution, signe de pléthore.

L'Angleterre à elle seule produit 260 000 tonnes de sulfate d'ammoniaque alors qu'elle n'en consomme que 7 000, et l'excédent va se déverser sur les marchés étrangers qu'il encombre.

Dans ces conditions, la synthèse de l'ammoniaque en partant de l'air apparait comme peu intéressante, réserve faite pour les applications nouvelles qu'on pourrait trouver dans l'industrie chimique organique. C'est donc surtout à titre documentaire, et pour sa simplicité, que nous citons le procédé Kaiser, qui consiste essentiellement à fixer l'azote atmosphérique sur de l'hydrure de calcium chauffé électriquement; il se forme ainsi de l'ammoniaque d'une part et de l'azoture de calcium de l'autre, lequel est susceptible de libérer à son tour de l'ammoniaque, lorsqu'il est chauffé en présence d'hydrogène : cette dernière réaction régénère l'hydrure de calcium et permet de recommencer le même cycle d'opérations.

(*A suivre.*) J. Izart.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La laine de plomb. — La Lead Wool Cie vient de mettre en essai des échantillons d'un nouveau corps connu sous le nom de laine de plomb, qu'on peut employer pour faire les joints des canalisations de gaz et d'eau, aussi bien que celles des tuyaux recouvrant les fils des télégraphes et des téléphones. Dans une brochure publiée par cette Compagnie on indique les inconvénients des méthodes ordinaires de jonction des tuyaux, qui se font généralement avec du chanvre et du plomb fondu. Avec cette invention, on interpose une corde faite en cette laine de plomb pour remplir le vide réservé dans l'emboîture de deux tuyaux et chaque tour de corde est fortement serré jusqu'à ce que l'espace soit tout à fait rempli. Cette laine de plomb forme une masse dure qui peut résister à une pression beaucoup plus grande que le chanvre des joints ordinaires. On peut aussi faire les jonctions par des temps humides ou même sous l'eau dans des circonstances où l'on ne pourrait pas employer le plomb fondu; on évite ainsi l'emploi d'argile, etc. Il n'y a aucune perte de temps ni de matériel.

Inauguration de la station centrale des tramways de Greenwich. — Le 26 mai dernier M. Evan Spicer, président du London County Council, a inauguré le nouveau pont de Vauxhall, et la Station centrale des tramways du London County Council.

La station occupe une surface de 15 hectares avec un quai sur la Tamise; au début le County Council utilisait ce terrain comme dépôt de tramways. Cette station doit fournir l'énergie aux tramways du Council au nord et au sud de la Tamise — elle est divisée en deux parties, et la première partie est finie, mais la deuxième est encore en voie de construction. La station comprend une salle de chaudières, une salle de machines, des bureaux, une sous-station, un atelier, des salles de pompe et des filtres pour l'eau, un dépôt de charbon et un quai de déchargement. On peut prendre le charbon dans les bateaux à vapeur et le décharger sur le quai à l'aide de trois grues électriques. Ces grues, qui élèvent chacune 1250 kg, à la fois versent le charbon dans des wagons sur le quai; les wagons, après être pesés, se déchargent dans une soute à charbon en acier d'une capacité de 2 millions de kg situé sur le bord de la rivière, et construite de telle sorte qu'on peut rapidement la vider. Cette soute est reliée à des réservoirs ordinaires situés au-dessus de la salle des chaudières au moyen de deux élévateurs à godets qui sont prévus pour verser le charbon au-dessus des chaudières et qui circulent ensuite au-dessous de la salle de chauffe pour enlever les escarbilles.

Dans la salle de chauffe on a installé vingt-quatre chaudières Stirling à tubes d'eau, disposées sur deux rangées avec emplacement au milieu pour le chauffage. Chaque

chaudière peut vaporiser 7250 kg d'eau par heure à une pression de 14,5 kg par cm², la vapeur étant surchauffée à une température de 500° Fahrenheit.

Chaque paire de chaudières est munie d'un économiseur Green formé de 320 tubes installé à l'étage supérieur.

La salle de chaudières contient 4 groupes, chacun de 6 chaudières avec leurs économiseurs, de chaque côté de deux hautes cheminées qui sont situées entre les deux rangées de chaudières. Ces groupes de chaudières correspondent chacun à une unité de production. Les cheminées ont une hauteur de 75 m et elles ont un diamètre intérieur de 4,2 m. Les réservoirs en acier au-dessus du bâtiment des chaudières ont une capacité de 6500 m³ et ils sont subdivisés. Le charbon tombe par son poids à travers des ouvertures sur les chaines des chauffeurs automatiques dont les chaudières sont munies. La partie inférieure du bâtiment de chaudières contient sur les deux côtés des salles pour les pompes contenant trois pompes horizontales à piston actionnées par un moteur série de 28 kw, elles sont capables d'envoyer 26 m³ d'eau par heure aux chaudières.

Les moteurs peuvent être actionnés soit à 125 v soit à 550, de sorte qu'on peut faire fonctionner les pompes à basse vitesse tout en ayant un rendement assez bon. Les tuyaux à vapeur suivent un tracé simple : chaque paire de chaudières alimente la conduite de vapeur principale de la salle de machines.

Le type de moteur à vapeur adopté présente un contraste frappant avec celui d'autres installations analogues qui sont à turbines. Les quatre unités génératrices consistent chacun en machines Corliss jumelles verticales-horizontales construites par MM. Musgrave de Bolton. Deux machines complètes compound, chacune avec un cylindre vertical d'un diamètre de 89 cm², et un cylindre horizontal d'un diamètre de 165 cm², avec une course unique de 120 cm² actionnent une manivelle commune. De chaque côté est installé un alternateur triphasé à 2500 kw fonctionnant à une tension de 6600 v à 25 périodes par seconde. Les alternateurs sont construits par l'Electric Construction Cie, ils sont du type à inducteurs tournants. Les stators sont enroulés en étoile avec le point neutre à terre.

Chaque alternateur est muni d'une excitatrice à 125 v actionnée par corde, mais on a aussi installé deux groupes auxiliaires de 150 kw actionnés par la vapeur; ces machines fournies par MM. Belliss et Dick Kerr, servent comme réserve et pour alimenter certains circuits de force motrice de la station.

Les machines génératrices marchent à 94 tours par minute; un réchauffeur est intercalé entre les cylindres à haute et à basse pression, et les organes des machines sont enfermés sauf le système de distribution, le graissage est à circulation forcée.

Les machines principales sont réglées électriquement du tableau de distribution.

Le tableau de distribution occupe deux galeries sur le côté de la salle des machines, en face du bâtiment des chaudières. Il a été fourni par la British Westinghouse Cie et il est prévu pour l'équipement complet de 8 alternateurs et de 32 feeders; chaque alternateur est couplé à 4 feeders et par des interrupteurs aux barres principales. Les interrupteurs à huile sont du type Westinghouse enfermés dans un briquetage, ils sont placés sur la galerie supérieure.

Derrière le tableau principal se trouve un tableau auxiliaire pour l'éclairage de la station, les moteurs, l'installation auxiliaire et quelques câbles pour les tramways locaux.

Deux groupes de câbles partent de cette station par des tunnels, l'un alimente le nord de Londres via Blackwall et l'autre les tramways du sud.

Un désinfectant électrolytique. — Un essai d'un désinfectant électrolytique a été fait il y a quelques jours en la présence de M. le Dr Alexandre, officier de santé à Poplar (dans l'est de Londres). Il paraitrait que le désinfectant en question n'est pas seulement beaucoup moins coûteux que les autres, mais plus efficace. On dit qu'on peut produire en 8 heures presque 1 m³ d'un liquide antiseptique à moins de 18,50 fr le m³. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 21 mai 1906.

Collimateur magnétique permettant de transformer une jumelle en instrument de relèvement. — Note de M. A. Berget, présentée par M. Lippmann. — Les compas de relèvement en usage à bord des navires sont, en général, des appareils d'assez grandes dimensions, et dans lesquels la visée se fait à l'aide du vieux procédé des pinnules. Ayant eu, au cours de différentes croisières, l'occasion de me servir de ces instruments, j'ai pensé qu'on pourrait utiliser les jumelles ordinaires pour les opérations de relèvement, en les munissant du dispositif suivant :

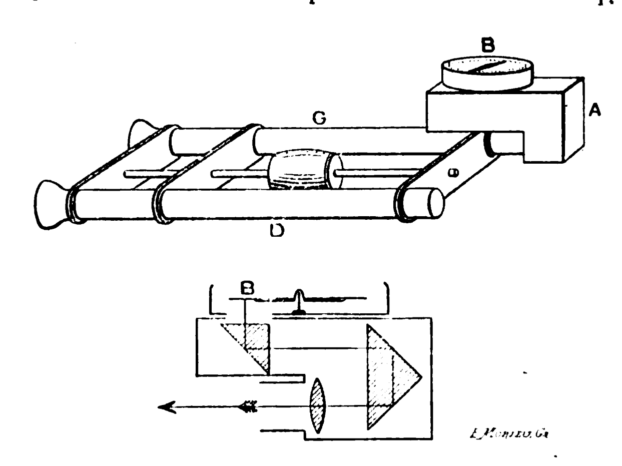
Sur l'un des corps de la jumelle employée (le corps de gauche, sur la figure) on coiffe une bonnette A contenant un système collimateur. Ce système est formé d'une lentille au foyer de laquelle, grâce à un système de trois prismes à réflexion totale, se trouve la division tracée sur la rose transparente d'une boussole B, division allant de 0° à 360°.

Dans ces conditions, si la jumelle est réglée à l'infini par sa mise au point sur un objet éloigné, l'observateur verra, avec l'œil droit, l'image de l'objet visé directement à l'aide du corps droit de la jumelle, tandis que de l'œil gauche, grâce à la collimation, il sera au point sur les divisions de la rose mobile. Les deux impressions se



superposant par le fait de la vision binoculaire, il verra donc, en superposition avec l'objet visé, une des divisions du limbe, dont le numéro représente l'azimut magnétique du point visé.

La distance focale de la lentille collimatrice étant égale à celle de l'objectif de la jumelle, le grossissement des divisions est égal au grossissement oculaire. Pratiquement, dans le modèle présenté à l'Académie et qui



a été très habilement construit par M. Mailhat, on apprécie très nettement le quart de degré, en tenant l'appareil à la main.

Comme la bonnette A n'a que 7 cm de longueur, on voit que l'on a réalisé, de la sorte, un véritable « compas de relèvement », simple et précis, et dans lequel la visée à travers les pinnules est remplacée par la visée, beaucoup plus sûre, à travers un système optique. L'instrument peut s'adapter à une jumelle quelconque, à oculaire terrestre ou même de Galilée.

Il peut aussi servir de boussole topographique; si on le place sur un pied, ce que l'on fait souvent en topographie, on lit avec sûreté le dixième de degré. Ce petit appareil pourra donc rendre quelque service aux géographes et aux marins.

Sur la corrélation entre les variations des bandes d'absorption des cristaux dans un champ magnétique et la polarisation rotatoire magnétique. — Note de M. Jean Becquerel, présentée par M. Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Séance du 28 mai 1906.

Observations magnétiques à Tananarive. — Note de M. Éd.-Él. Colin. (*Extrait*). — J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats des expériences magnétiques de déclinaison, d'inclinaison et de composante horizontale que j'ai exécutées toutes les semaines, à l'observatoire de Tananarive, depuis le mois de mai 1905 jusqu'en avril 1906.

Voici les valeurs obtenues (nous ne donnons ici que les moyennes) :

Déclinaison	9°40′ ouest.
Inclinaison.	54°12′
Composante horizontale	0,255 gauss.

1. Du mois de mai 1905 au mois d'avril de l'année suivante, la déclinaison a diminué de 12′. Le maximum a lieu en mai, le minimum en avril. Détail qui mérite d'être noté : D'après trois années consécutives d'observations à Tananarive, la déclinaison subit régulièrement un minimum au mois de février.

2. Pendant cette période de douze mois, l'inclinaison a augmenté de 5′45″. Le maximum s'est produit en avril 1906, le minimum en septembre 1905.

3. La variation annuelle de la composante horizontale serait plus faible de 0,00039. Elle a atteint son maximum en janvier et son minimum en mars de la même année.

Résistance des électrolytes pour les courants de haute fréquence. — Note de MM. André Broca et S. Turchini, présentée par M. H. Becquerel. — La théorie de Lord Kelvin relative à la résistance des conducteurs cylindriques pour les courants de haute fréquence conduit, dans le cas des métaux, à des résultats qui présentent avec l'expérience des différences systématiques, comme nous l'avons montré il y a un an (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1228). Nous avons repris ces expériences en nous adressant aux électrolytes, pour lesquels la théorie doit s'appliquer comme pour les métaux, espérant trouver des divergences analogues. La difficulté était seulement de réaliser un conducteur électrolytique assez gros pour que les effets de concentration à la surface pussent s'y produire, malgré la faible conductibilité de ces corps. Nous avons opéré sur un cylindre de 6 cm de diamètre et de 10 cm de long et nous avons eu des résultats nets en employant l'eau acidulée, à partir d'une concentration suffisante.

Nous avons commencé par vérifier, au moyen de notre électrodynamomètre précédemment décrit, qu'un ampèremètre à fil chaud spécialement construit pour les courants de haute fréquence donnait des indications exactes dans les limites de période entre lesquelles nous avons opéré; cela a rendu les déterminations ultérieures beaucoup plus faciles. Les perturbations dues à la fréquence deviennent négligeables dans le cas de fils aussi fins que ceux qui sont employés dans ces appareils.

Le principe de la méthode est le même que dans notre étude des fils métalliques. On mesure d'une part l'intensité efficace du courant de haute fréquence, et d'autre part l'échauffement qu'il produit dans le conducteur électrolytique, en le traversant pendant une minute. On recommence l'expérience en mesurant l'échauffement produit dans ce même conducteur par un courant alternatif à 42 périodes passant pendant le même temps et ayant la même intensité efficace. Le rapport des deux échauffements donne le rapport des résistances du conducteur pour le courant de haute fréquence et pour le courant alternatif ordinaire. Nous admettons que, pour la très basse fréquence de celui-ci, la résistance est la même qu'en courant continu, et nous pouvons par son emploi nous mettre à l'abri des phénomènes d'électrolyse.

Pour mesurer l'échauffement dû au passage du courant, le tube qui contient le liquide est muni d'un tube capillaire latéral, dans lequel on mesure l'ascension du liquide échauffé. Le courant est amené dans l'appareil par deux larges électrodes de platine de 6 cm de diamètre. Tout l'appareil est soigneusement enveloppé de coton pour le mettre à l'abri des courants d'air. On commence toujours par lire pendant quelques minutes la marche normale de réchauffement ou de refroidissement de l'appareil et on opère quand cette marche est bien constante et ne dépasse pas le vingtième de l'échauffement attendu.

On peut voir que, dans les circonstances où nous sommes, les effets observés sont dus uniquement à l'échauffement, et que les modifications chimiques n'y entrent pour rien. Nous avons en effet des électrodes absolument symétriques et toutes les réactions réversibles par nature sont éliminées par le fait même. S'il s'en passe qui ne le soient pas, elles ne peuvent non plus avoir d'action sensible. M. Rothé a montré en effet que les électrodes prenaient au bout d'un très petit nombre de cycles de potentiel, un état permanent, qui correspond à un cycle de polarisation toujours identique à lui-même. D'ailleurs, quand la dilution devient assez grande, le fait que les deux espèces de courant donnent la même chose, semble bien prouver qu'il en est ainsi. De plus, dans le cas du sulfate de cuivre les résultats sont les mêmes avec des électrodes en cuivre et avec des électrodes en platine.

Nous avons ainsi obtenu le résultat suivant, en appelant R_f la résistance en haute fréquence et R_c la résistance à basse fréquence, supposée égale à celle qui existe en courant continu.

Eau acidulée très étendue et sulfate de cuivre $\frac{R_f}{R_c} = 1$.

Eau acidulée à $\frac{1}{10}$.

Fréquence.	$\frac{R_f}{R_c}$.
3 000 000	0,77
2 000 000	0,9
500 000	0,8
190 000	0,8

Eau acidulée au maximum de conductibilité.

Fréquence.	$\frac{R_f}{R_c}$.
3 000 000	0,79
1 000 000	0,71
900 000	0,71
500 000	0,71
190 000	0,71

En somme, nous arrivons à ce résultat surprenant :

Quand la conductibilité est suffisante pour permettre l'observation d'un changement de résistance d'un électrolyte, l'échauffement de celui-ci est moindre avec le courant de haute fréquence qu'avec le courant de basse fréquence de même intensité efficace, contrairement à ce que la théorie semble faire prévoir.

Tubes à rayons X, à régulateur automatique. — Note de M. G. Berlemont, présentée par M. d'Arsonval. — Ce nouveau tube est basé sur le réglage automatique, en se servant de l'anticathode comme osmo-régulateur.

Un tube de platine soudé sur l'anode correspond à l'extérieur du tube et est terminé par un robinet surmonté d'une petite ampoule contenant du coton mouillé.

Lorsque le tube devient trop dur au gré de l'opérateur, on ouvre le robinet une ou deux secondes. L'anode qui est au rouge est en contact avec l'air humide qui a passé sur le coton mouillé.

Par dissociation, il se forme de l'hydrogène qui, par osmose, passe au travers de l'anode et permet ainsi de diminuer la dureté du tube. On peut faire baisser par ce moyen un tube de 2 ou 3 cm d'étincelle équivalente, à chaque manœuvre de robinet.

Un tube durci à 20 cm d'étincelle équivalente, a été ainsi ramené à 2 cm par manœuvres successives du robinet.

Un autre avantage est que le petit volume de gaz qui reste dans la canalisation entretien le tube dans un état constant pendant une assez longue durée, ce qui permet ainsi à l'opérateur de pratiquer, soit une radiographie, soit une radiothérapie, avec plus de sûreté.

Séance du 5 juin 1906.

Contrôle des horloges synchronisées électriquement. — Note de M. Jean Mascart, présentée par M. M. Lœwy. — Imaginons un certain nombre d'horlages, dites *centres horaires*, placées sur la voie publique et montées en série sur un circuit commandé par une horloge *tête de ligne* : celle-ci, toutes les secondes, envoie dans le circuit un courant synchronisateur de 4/10 de seconde. Les centres horaires sont réglés sur l'avance, et leurs balanciers sont légèrement retenus, à chaque émission de courant, par deux électro-aimants placés en dessous, à droite et à gauche, aux amplitudes maxima.

Le public, ayant constaté quelques accidents indéniables, inhérents à toute installation de distribution électrique, et plus fréquents récemment par rupture de circuit à cause des travaux souterrains considérables qui ont été effectués, n'hésite pas à généraliser pour affirmer que les centres horaires ne sont jamais à l'heure : l'attention ayant été attirée dernièrement sur ces faits d'une manière particulière, il serait opportun que le public, placé à côté d'une réceptrice, fut immédiatement prévenu si un centre horaire n'est plus à l'heure exacte.

La première idée qui vient à l'esprit consiste à installer, à côté de chaque centre horaire, un galvanoscope branché dans le circuit et dont l'aiguille, par son arrêt, préviendra lors des ruptures de circuit, accident normal et le plus fréquent : l'arrêt de cet organe nouveau mettrait le public en garde contre un accident imaginaire, ce qui est encore préférable à une confiance mal fondée dans une indication fausse.

Mais, par suite de chocs notamment, un centre horaire peut être décalé légèrement par rapport à la tête de ligne, M. Bigourdan a proposé [1] de supprimer à la tête de ligne une émission de courant type, à la seconde *zéro* par exemple; si le centre horaire est en concordance avec la tête

[1] G. Bigourdan, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 895, 9 avril 1906.

de ligne, l'aiguille de son galvanoscope devra s'arrêter à la seconde zéro du centre horaire. Pour diverses raisons d'organisation spéciale, ce contrôle ne serait d'ailleurs pas absolu, et son moindre inconvénient est d'exiger chez le public une certaine habitude de ces comparaisons. M. Maxant, de la maison Bréguet, a proposé l'installation d'un *voyant rouge* qui apparaît à côté du cadran dès que le centre horaire est décalé par rapport à la tête de ligne et ne peut être relevé qu'en réparant l'erreur : cette élégante solution paraît devoir être définitivement adoptée.

Mais la tête de ligne ne crée pas, pour ainsi dire, l'heure qu'elle marque et qu'elle envoie : tout comme elle dirige les centres horaires, elle est elle-même sous la dépendance d'un régulateur de précision, dite pendule *directrice*. M. C. Wolf, à qui l'on doit la très heureuse installation de cette distribution, fait commander des têtes de lignes de divers réseaux par l'intermédiaire d'un relai Siemens. Or, une fois par an environ, il arrive un accident à ce relai, qui s'arrête : dans ce cas, les têtes de lignes, réglées sur l'avance, s'emballent par rapport à l'heure vraie de la directrice et tous les centres horaires des réseaux se trouvent entraînés et gravement perturbés.

On n'avait point, jusqu'ici, proposé de remède à cet accident qui est d'autant plus important qu'il faut assez longtemps pour remettre à l'heure tous les centres horaires; nous allons voir, précisément, comment le public peut être informé, cette fois encore, que l'heure qu'il observe ne mérite pas toute confiance.

Pour cela, remarquons qu'un mouvement d'horlogerie est adjoint à ce relai, et que l'une des roues, très robuste, de ce mouvement, parcourt une dent par seconde. Imaginons que l'on place, contre le profil de cette roue dentée, une levée à ressort en lame passant, tantôt sur les pleins, tantôt sur les creux : notons immédiatement que les dispositions locales sont telles que la roue s'arrête toujours dans la même position en cas d'arrêt du relai : nous ferons que cette levée soit alors dans le creux d'une dent. Ce mouvement de va-et-vient permet à la levée d'ouvrir et de fermer un circuit; le réglage d'une vis de pression lui permettra de le fermer aussi longtemps qu'il le faudra et de ne l'ouvrir que dans les creux des dents. Le petit circuit correspondant, par l'intermédiaire d'un relai, fermera le circuit de la directrice avant que celle-ci n'envoie son courant synchronisateur et l'ouvrira une fois envoyé ce dernier courant.

S'il y a donc arrêt du relai, la tête de ligne s'emballe; mais notre levée est dans un creux, et le circuit de la tête de ligne est ouvert : la tête de ligne ne commande donc plus les centres horaires, l'accident apparent est une rupture de circuit, tous les galvanoscopes sont arrêtés et le public est prévenu.

Nous indiquerons ailleurs quels sont tous les accidents possibles et leurs contrôles, tant en ville qu'à l'Observatoire, mais déjà, par ces transformations très simples, le public aura une ample satisfaction pour sa juste curiosité.

Sur une expérience de Hittorf et sur la généralité de la loi de Paschen. — Note de M. E. Bouty, présentée par M. Lippmann. — On doit à Hittorf la curieuse expérience que voici. Deux ballons de verre communiquent d'une part par un tube droit et court, d'autre part par un très long tube en spirale. Deux électrodes de platine traversent de part en part les ballons et viennent se terminer dans le tube droit à 1 mm l'une de l'autre. Quand le gaz est suffisamment raréfié à l'intérieur de l'appareil, la décharge électrique refuse de passer par le trajet court et direct : elle choisit le plus détourné, quelques milliers de fois plus long.

C'est là une très belle expérience de cours, mais dans laquelle il est difficile de faire la part qui revient aux électrodes. Le champ varie d'ailleurs d'une manière arbitraire à l'intérieur du tube sinueux. Il m'a paru qu'il y avait intérêt à répéter l'expérience dans des conditions mieux définies, dussent même en souffrir la simplicité et l'élégance du dispositif.

Prenons de larges tubes sans électrodes de longueurs très différentes. Disposons chacun d'eux entre les plateaux et suivant l'axe d'un condensateur, de telle sorte que chacun des condensateurs et le tube correspondant forment des systèmes semblables. Mettons les divers tubes, remplis d'un même gaz, en communication entre eux et disposons tous les condensateurs en parallèle.

Si maintenant nous abaissons progressivement la pression du gaz et que nous réglions convenablement la différence de potentiel constante à laquelle chacune des couches de gaz épaisses se trouve ainsi soumise, nous devons trouver qu'aux pressions les plus élevées, c'est le tube le plus court qui s'illumine le premier. A mesure que la pression s'abaisse, l'avantage passe à un tube plus long et ainsi de suite jusqu'à ce que, à une pression suffisamment basse, ce soit le plus long tube qui s'illumine seul.

Sous cette forme, l'expérience s'était trouvée réalisée d'elle-même ou du moins devenait inutile, d'après mes recherches, récemment publiées sur le passage de l'électricité à travers des couches épaisses de gaz (¹).

Pour donner une idée nette des phénomènes, je me bornerai à transcrire la comparaison suivante des différences de potentiel minimum efficaces pour provoquer l'effluve dans un ballon plat de 5,6 cm de diamètre (dans le sens du champ) et dans un tube large de 37,8 cm de long (dans le sens du champ).

Pressions. en cm. de mercure.	Différence de potentiel critiques, en v. Ballon.	Tube.
0,0538	885	1962
0,0353	654	1482
0,0247	630	1228
0,0191	642	1100
0,0136	669	958
0,0107	727	861
0,0075	868	798
0,0063	968	714
0,0040	1352	620
0,0025	2020	620

Le renversement est aussi net que possible. C'est à

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 512; *Journal de physique*, 4e série, t. V, p. 219.

partir d'une pression de 0,0084 cm qu'il s'opère. Au-dessus de cette pression, c'est le ballon, au-dessous, c'est le long tube qui s'illumine le plus aisément.

Cherchons maintenant à tirer de l'expérience, ainsi complétée, tout l'enseignement qu'elle comporte.

J'ai montré depuis longtemps que la différence de potentiel critique est la somme de deux termes, prépondérants l'un à haute, l'autre à très basse pression. Le premier ne dépend que de la masse de gaz en expérience par centimètre carré de section, fixée par le quotient pe/Θ (p, pression; e, épaisseur; Θ, température absolue). J'ai montré de la manière la plus nette que le second terme, croissant lorsque la pression diminue est sous l'influence de la paroi, car il se trouve modifié quand on change la nature ou l'état de celle-ci. On pourrait donc penser que, pour une paroi donnée dans un état invariable, ce terme ne dépend que de la pression seule. L'expérience de Hittorf, dans laquelle ni la paroi, ni la pression ne diffèrent et où cependant le trajet le plus long est favorisé, nous oblige à abandonner cette hypothèse. Ce n'est pas la pression, c'est le quotient pe/Θ qui règle aussi bien la valeur du second terme que celle du premier. *Quand la nature et l'état de la paroi sont identiques*, la loi de Paschen généralisée est aussi bien applicable aux basses qu'aux hautes pressions.

Il se trouve que pour le ballon de 5,6 cm et le tube de 37,8 cm la loi de Paschen est en effet applicable, tout au moins en ce sens que la différence de potentiel critique minimum possède pour les deux récipients des valeurs sensiblement identiques (respectivement 629 et 620 v) et correspond à des valeurs de pe/Θ aussi très voisines. Mais la coïncidence est souvent moins bonne, même avec le verre. Avec un ballon de silice de 5,4 cm dans le sens du champ, la différence de potentiel critique minimum était de 910 v.

Séance du 11 juin 1906

Pouvoir inducteur spécifique et conductibilité. Viscosité électrique. — Note de M. André Broca. (*Extrait.*) — *Conclusion.* — La constante de viscosité a une variation extrêmement lente, comme nous l'avons déjà vu, le phénomène est donc à peu près le même dans tous les corps conducteurs. Cela me semble devoir éclairer d'une manière toute spéciale la théorie de ces corps.

La viscosité électrique introduit, comme nous l'avons vu dans le cas des oscillations rapides, une différence de phase entre le courant et la force électromotrice, dont il faut tenir compte par conséquent dans le calcul de l'énergie dépensée par un courant de haute fréquence sur une self donnée. Mais dans ce cas le décalage dû à la self-induction est toujours d'un autre ordre de grandeur, et par conséquent l'effet de la viscosité est négligeable.

De ce qui précède, on peut conclure que le pouvoir inducteur spécifique dans le cas des conducteurs comme dans celui des diélectriques, n'est pas une constante bien définie; la viscosité au contraire, dans le cas des conducteurs, est une constante importante. Il semble cependant que l'existence d'un pouvoir inducteur spécifique très élevé est une condition essentielle de l'existence de la conductibilité; il semble également que la théorie de la conductibilité doit être plus aisée à aborder dans le cas des hautes fréquences, où la viscosité est à peu près constante, que dans le cas des fréquences plus basses, où comme je l'ai montré dans une note précédente (26 juillet 1905), la viscosité a une variation beaucoup plus rapide.

Je ne sais d'ailleurs quelle est la valeur de la viscosité pour les fréquences inférieures à 100 000, n'ayant pu faire d'expériences pour les fréquences moins élevées.

Sur l'aurore boréale. — Note de M. P. Villard, présentée par M. J. Violle. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Sur les propriétés magnétiques des combinaisons du bore et du manganèse. — Note de M. Binet du Jassonneix, présentée par M. A. Moissan. (*Extrait.*) — Heusler [1] a signalé les propriétés magnétiques des combinaisons du manganèse avec l'étain, l'arsenic, l'antimoine, le bismuth, le bore et l'aluminium, ainsi que la variation de ces propriétés avec la composition des alliages étudiés. En particulier, la perméabilité des bronzes contenant du manganèse et de l'aluminium est maxima lorsque les proportions de ces métaux sont dans le rapport de leurs poids atomiques.

La réduction des oxydes du manganèse par le bore au four électrique permet d'obtenir des fontes contenant jusqu'à 28,6 pour 100 de bore et dont on peut séparer deux borures définis MnB et MnB^2 [2]. Ces fontes sont plus ou moins attirables par un aimant et leurs propriétés magnétiques varient avec leur teneur en bore.

Elles fondent, en s'oxydant à l'air, à une température trop élevée pour qu'il soit possible d'opérer dans le vide et la difficulté de les obtenir en lingots de dimensions convenables oblige à les étudier sous forme de poudres.

Si l'on porte en abscisses la teneur des fontes en bore et en ordonnées les déviations du galvanomètre sensiblement proportionnelles à la perméabilité magnétique, on obtient des courbes qui présentent des maxima très accentués entre les teneurs de 13 et de 15 pour 100. L'étude chimique de ces fontes a montré que, de 0 à 15 pour 100 de bore, elles contiennent seulement le borure défini MnB que l'on peut séparer par l'action ménagée du chlore au-dessous du rouge, tandis qu'au-dessus de 15 pour 100, elles contiennent un mélange des borures MnB et MnB^2, la proportion de ce dernier allant en augmentant avec la teneur en bore. L'examen des deux composés définis montre que seul le borure MnB

(1) Heusler, *Zeit. f. angew. Ch.*, XVII, 1904, p. 260.
(2) Binet du Jassonneix, *Bull. de la Soc. de chim.*, 3, t. XXXV 1906, p. 102.

présente des propriétés magnétiques accentuées. Le maximum de perméabilité des fontes correspond à une teneur en bore de 14 à 15 pour 100, inférieure à celle de ce borure (16,6); cela tient à la présence, dans les fontes dont la teneur en bore dépasse 15 pour 100, d'une petite quantité de borure MnB^2 non magnétique. Enfin, le traitement qui permet de séparer le borure MnB oxydant superficiellement ce corps, il est naturel de trouver pour sa perméabilité magnétique une valeur plus faible que celle de la fonte la plus perméable, la différence étant de l'ordre de celle que l'on trouve dans les mêmes conditions entre la limaille de fer brillante et la limaille légèrement oxydée.

En résumé, des deux borures définis MnB et MnB^2, le premier seul présente des propriétés magnétiques, et la perméabilité des fontes borées de manganèse est d'autant plus grande qu'elles contiennent davantage de ce borure.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 6 juin 1906

La séance est ouverte à 8h 45m sous la présidence de M. Grosselin, vice-président. Après l'expédition des affaires courantes : demandes d'admission et lecture du procès-verbal de la dernière séance, l'ordre du jour appelle la communication de M. Brylinski, sur **La résistance des conducteurs en courant variable**. M. Brylinski traite la question par le calcul seul, il envisage d'abord des cas simples pour prendre ensuite les cas les plus compliqués.

Les conclusions qu'il en tire et qu'il souhaiterait de voir se vérifier par l'expérience s'appliquent surtout à la télégraphie sans fil qui utilise des courants de très haute fréquence et aux effets de la foudre.

En télégraphie sans fil M. Brylinski montre pourquoi la transmission se fait mieux sur mer que sur terre, fait qui s'est déjà vérifié. Relativement aux effets de la foudre qui sont dus en somme à des courants de haute fréquence, il montre qu'il se produit des courants induits à la surface du sol qui empêchent la pénétration. Les câbles souterrains enfoncés à une certaine profondeur, lorsqu'ils sont armés sont à l'abri de ces effets désastreux.

Une autre question intéressante à laquelle M. Brylinski étend les conclusions de ses calculs est celle du retour par la terre; il montre que même avec des fréquences élevées la résistance du sol est très faible, la résistivité sur laquelle il table est celle déduite des expériences de Lancey qui est de 6600 ohms-centimètre, c'est en somme celle d'un bon terrain humide comme celui de la vallée de l'Isère.

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de M. Guillaume sur **Les alliages magnétiques du manganèse**. M. Guillaume expose d'une façon claire et précise les propriétés curieuses de ces alliages et il montre comment on peut rattacher ces phénomènes un peu paradoxaux à d'autres bien connus. Cette étude ayant paru ici même (1), nous n'y reviendrons pas.

La séance se termine par une communication de M. Devaux, sur **Un appareil de commande à distance par les ondes hertziennes**, M. Devaux montre la nécessité d'avoir un distributeur pour la transmission des ordres par la télégraphie sans fil, ce système de transmission ne pouvant comporter qu'un circuit de commande. Le distributeur, sorte de télégraphe Breguet, pourra être actionné par un électro-aimant que mettra en activité un cohéreur. Un tel appareil est facilement réalisable, mais il n'est pas possible sans dispositif spécial de passer d'un ordre à tel ou tel autre sans transmettre les ordres intermédiaires.

M. Devaux montre comment tout récemment, dans des expériences faites à Antibes, on a pu faire évoluer un sous-marin à distance en lui envoyant des d'ordres quelconques.

Le système comporte un distributeur que manœuvre un électro-aimant commandé par le cohéreur, mais les circuits que ferme la manette du distributeur ne peuvent recevoir le courant d'une batterie d'accumulateurs que si la manette stationne sur le plot correspondant; si elle ne fait que passer, le plot reste inactif. Ce curieux résultat est obtenu en utilisant l'inertie d'une masse mise en mouvement par la palette de l'électro-aimant et qui maintient interrompue la communication avec la batterie pendant un certain temps, cela permet au distributeur de passer d'un plot à l'autre sans envoyer de courant.

Le sous-marin d'Antibes comportait un distributeur permettant de faire neuf manœuvres. La vitesse d'obéissance de l'appareil était de un tour du distributeur en deux secondes.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 10h 15m.

A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Single-phase Commutator Motors (Alternomoteurs simples a commutateur), par F. Punga. Traduction de l'allemand par Looser. — *Whittaker and Cº*, éditeurs, Londres, 1906. — Format : 19 × 13 cm; 187 pages. — Prix : 6 fr.

Publié dans la « Specialists' Series » de l'éditeur anglais, cet ouvrage, dont les premiers éléments ont paru dans la *Zeitschrift für Elektrotechnik* de Vienne,

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, nº 355 du 10 décembre 1905, p. 553.



en 1902, est en grand, comme le dit l'auteur, une contribution à l'étude du problème des étincelles, si éminemment et originairement abordé et élucidé par Parshall et Hobart et par Arnold, la connaissance du phénomène de la commutation étant ici plus importante encore que pour les moteurs à courant continu. Le traducteur anglais y a ajouté un appendice contenant la discussion de certaines épreuves oscillographiques intéressantes sur cette commutation dans les alternomoteurs simples.

Les premiers chapitres du livre sont consacrés à l'étude de l'origine et de la nature des étincelles; le mode de calcul de la tension de réactance y est exposé, et les moyens de prévenir ou de réduire au minimum lesdites étincelles y sont longuement discutés, avec une attention toute particulière donnée à la solution par insertion de résistance dans les connecteurs de commutateur. On trouve au chapitre VI une méthode commode de calcul de la réaction des bobines de commutation sur le flux inducteur, réaction qui, loin d'être négligeable, n'avait guère reçu jusqu'ici toute l'attention qu'elle mérite. Les chapitres VIII à X, qui traitent de la théorie générale des moteurs en question, servent surtout d'introduction aux chapitres XII à XIV respectivement relatifs aux alternomoteurs en série, à ceux à répulsion et à répulsion compensés, le chapitre XI, spécial aux moteurs à courant continu, intervenant ici surtout pour ne pas laisser de lacune dans l'exposé de la matière. Quant au chapitre XV et dernier, il résume pratiquement les données précédemment acquises en donnant le calcul des trois types ci-dessus d'alternomoteurs, établi sur la base d'identité de prix de revient dans tous les cas.

Sans souci du tort qu'il pourrait faire à son édition actuelle, l'auteur annonce pour la prochaine l'introduction, dans son ouvrage, des alternomoteurs simples qui n'ont pas le caractère de moteurs- « série ». Mais si intéressant que puisse être un type d'alternomoteur simple « à vitesse constante », sans application à la traction, il ne saurait primer dans l'esprit de personne la haute importance du sujet ici traité au point de vue de cette capitale utilisation. E. Boistel.

Distribution par courants alternatifs, par Goldsborough. Traduction De Vorges. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 25×16 cm; 248 pages. — Prix : 10 fr.

Un accueil sympathique *a priori* étant au moins de bon goût vis-à-vis de M. de Vorges, nouveau venu dans la carrière, nous ne pouvons mieux faire que de nous conformer à la « Prière d'insérer » portée sur la Bibliographie jointe à l'ouvrage nouvellement reçu. La voici *in extenso* :

« Cette étude, qui a paru dans l'*Electrical Review* de New York, est présentée d'une façon pratique et nouvelle. Le Professeur Goldsborough y est arrivé, tout en traitant son sujet d'une façon vraiment scientifique. Afin de se faire comprendre par le plus grand nombre, il procède du simple au compliqué. L'emploi du calcul intégral est limité au minimum possible et chaque question traitée par l'analyse est reprise ensuite par la méthode géométrique que la notion des vecteurs rend accessible à tous. Un exemple numérique montre, dans chaque cas, l'intérêt que présentait le problème traité. Cette manière de présenter le sujet a pris naissance en Amérique et nous avons pu déjà autrefois en apprécier les bons résultats lors de l'apparition de l'ouvrage de MM. Bedell et Crehore.

« Le présent volume est divisé en deux parties : l'une étudie les divers phénomènes que présentent les circuits parcourus par les courants alternatifs; l'autre a pour objet d'appliquer aux alternateurs les lois et faits démontrés. Les figures, construites à l'échelle quand il y a lieu, sont très instructives et complètent admirablement le texte.

« En résumé, très recommandable ouvrage qui méritait amplement les honneurs d'une aussi correcte traduction et d'une édition française aussi soignée. »

Nous voudrions en penser autant, notamment sur ces deux derniers points. E. Boistel.

La Machine dynamo à courant continu, par E. Arnold. — Traduction française par E. Boistel et E.-J. Brunswick. — *Tome II.* Construction, Calcul, Essais et Fonctionnement de la machine à courant continu. — *Ch. Béranger*, éditeur, Paris, 1906. — Format : 240×160 mm; 741 pages, 496 figures. — Prix du volume relié : 25 fr.

Au lieu de publier une nouvelle édition de son livre « Enroulements et Construction des induits », M. E. Arnold, l'éminent professeur-directeur de l'Institut électro-technique de Karlsruhe, a préféré avec raison le compléter de manière à en faire un traité général de la machine à courant continu. Il en est résulté une œuvre vraiment nouvelle, aussi complète que possible et dans laquelle on sent très bien le souci de l'auteur de ne négliger aucun des points susceptibles d'intéresser le Calcul, la Construction et le Fonctionnement des dynamos.

L'ouvrage complet ne comporte pas moins de 1550 pages et 917 figures.

Le premier volume consacré uniquement à la théorie a déjà été présenté aux lecteurs de *l'Industrie électrique* par M. Boistel. Le second volume comprend la Construction, le Calcul, les Essais et l'étude du Fonctionnement. Les deux premières parties : Construction et Calcul occupent presque les trois quarts de volume; 120 pages environ sont ensuite consacrés à la troisième partie : Épreuve de la machine à courant continu. La quatrième partie, Fonctionnement et Applications, est très résumée et ne comprend que 80 pages.

En ouvrant le second volume, on voit dès les premières pages que les traducteurs se sont fortement intéressés à l'œuvre remarquable du professeur Arnold, et avec quel souci de bien faire ils ont travaillé. On trouve en effet au commencement de ce volume un grand nombre d'éclaircissements et de démonstrations simplifiées relatives au premier volume et que le professeur Arnold a communiqués spécialement à la demande des traducteurs.

Après avoir examiné très complètement la construction de toutes les parties d'une dynamo, l'auteur termine la première partie du second volume par 30 exemples de machines de différents genres de 2 à 1520 kw, dont les dimensions principales et les éléments calculés sont réunis pour chacune d'elles sous forme de tableaux.

La seconde partie comprend le calcul d'avant-projet sur les bases théoriques exposées dans le premier volume. Non seulement l'auteur a développé trois exemples numériques, une génératrice compound pour traction de 500 kw, une génératrice en dérivation de 100 kw, et un moteur shunt de 26 poncelets à vitesse angulaire variable entre de grandes limites, mais encore il a résumé sous forme de tableau toutes les formules relatives au calcul d'une machine. On se fera une idée du temps qu'exige un calcul exact et complet quand nous aurons dit que ce tableau ne comporte pas moins de 15 pages.

Beaucoup trouveront très longue la méthode indiquée; nous estimons cependant avec l'auteur, que celui qui ne peut s'appuyer sur une pratique suffisante et qui ne veut cependant pas calquer, sans critique, des machines existantes, fera bien de la suivre pas à pas. Seul, l'ingénieur instruit par une longue expérience et de nombreux essais de dynamos construites pourra dans bien des cas abréger beaucoup le calcul. Les tâtonnements du début du calcul seront d'ailleurs, pour tous, grandement diminués par un tableau des dimensions principales et des éléments caractéristiques de 8 moteurs depuis 1,5 jusqu'à 26 poncelets et de 27 génératrices de 4,5 à 2000 kw. Ce tableau très complet ne comprend pas moins de 10 pages. La seconde partie se termine par le calcul et l'établissement des rhéostats.

On trouve dans la troisième partie plusieurs exemples d'essais de machines. On y trouvera aussi les expériences et recherches effectuées au laboratoire de l'Institut électro-technique de Karlsruhe. Quelques essais relatifs à la commutation et aux courants de Foucault dans le cuivre induit qui n'étaient pas encore au point lors de l'apparition du premier volume ont été mis dans la troisième partie du second volume.

La quatrième partie consacrée au fonctionnement et aux applications est, comme nous l'avons dit, très résumée; on y trouve le couplage des machines, les machines spéciales telles que survolteurs, machines pour distribution à 3 fils, machines à deux collecteurs, etc., le réglage de la vitesse angulaire, le transport d'énergie.

Nous ne pensons pas qu'il soit possible actuellement d'écrire un ouvrage plus complet sur la dynamo à courant continu et il paraît difficile de faire mieux. Les traducteurs ont été à la hauteur de leur tâche. La traduction va de pair avec l'œuvre originale.

La grande quantité de notations différentes nécessaires à la clarté de l'ouvrage et le désir de se conformer aux habitudes françaises ont obligé les traducteurs à recourir à des caractères très variés. La lecture de l'ouvrage serait un peu difficile, à cause de ce grand nombre de notations, si MM. Boistel et Brunswick n'avaient eu la bonne idée d'adjoindre à chaque volume un index alphabétique spécial dans lequel les chiffres en regard des notations indiquent les pages où, les rencontrant pour la première fois, on en trouve la signification.

Nous devons tout particulièrement féliciter les traducteurs d'avoir demandé des éclaircissements sur quelques points particuliers du premier volume, en particulier pour la commutation, ces notes, placées, ainsi que nous l'avons déjà dit, au commencement du second volume, montrent avec quelle conscience et même quel zèle les traducteurs se sont acquittés de leur tâche.

P. Gasnier.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

362 824. — **Leidl.** — *Système de mât pour la télégraphie sans fil* (29 janvier 1906).

362 601. — **Lamme.** — *Réglage de la vitesse des moteurs à collecteur à courants alternatifs simples* (22 janvier 1906).

362 612. — **Ateliers de construction Oerlikon.** — *Enroulement pour alternateurs* (22 janvier 1906).

362 691. — **Edison.** — *Électrode d'accumulateur* (25 janvier 1906).

362 758. — **Société française de métallurgie.** — *Perfectionnements aux piles Galland à sulfate de cuivre* (27 janvier 1906).

362 760. — **Bradshaw.** — *Moteurs à courants alternatifs* (27 janvier 1906).

362 796. — **Siemens et Halske.** — *Pile sèche Leclanché* (29 janvier 1906).

362 643. — **Taylor.** — *Distribution d'électricité* (25 janvier 1906).

362 774. — **Hoskins.** — *Élément de résistance électrique* (27 janvier 1906).

362 827. — **Spichiger et Cie.** — *Noyau pour la fabrication de longs mâts creux en béton armé* (30 janvier 1906).

362 832. — **Peyre.** — *Dispositif de résistance pour rhéostats et appareils de chauffage électriques* (30 janvier 1906).

362 692. — **Edison.** — *Procédé de fabrication de pellicules ou flocons métalliques* (25 janvier 1906).

362 734. — **Gin.** — *Perfectionnements dans les fours électriques destinés à la fabrication des aciers* (26 janvier 1906).

362 861. — **Cowper-Coles.** — *Procédé et appareil perfection-*

nés pour la fabrication des électrotypes en cuivre (30 janvier 1906).

362 890. — **Société dauphinoise d'électro-métallurgie.** — *Tonneau pour le dépôt électrolytique des métaux sur de petits objets* (31 janvier 1906).

362 902. — **Deutsche Telephonwerke R. Stock et Cie.** — *Bande de jack pour bureaux téléphoniques* (5 janvier 1906).

362 939. — **Braunerhjelm.** — *Radiateur pour la télégraphie sans fil* (1er février 1906).

363 052. — **Hall.** — *Système perfectionné de téléphone* (7 février 1906).

362 909. — **De Marçay.** — *Plaques pour accumulateurs* (24 janvier 1906).

362 912. — **Société Alsacienne de Constructions mécaniques.** — *Production de courant alternatif ou simultané* (27 janvier 1906).

362 937. — **Krieger et Compagnie parisienne des Voitures électriques.** — *Balais équilibrés* (1er février 1906).

362 950. — **Société Ateliers Thomson-Houston.** — *Perfectionnements au système inducteur des dynamos* (2 février 1906).

363 023. — **Société Ganz et Cie.** — *Réglage de la tension dans les génératrices de courant alternatif* (6 février 1905).

362 992. — **Stokes.** — *Raccords de conducteurs électriques* (5 février 1906).

362 975. — **Société Phœnix.** — *Porte-cathode pour lampes à arc à vapeurs métalliques* (3 février 1906).

361 385. — **Vulcanesco.** — *Cloche protectrice pour isolateurs* (16 avril 1905).

361 419. — **Herrgott.** — *Régulateur électro-mécanique de tension électrique* (27 avril 1905).

361 422. — **Société anonyme des usines du Pied-Selle.** — *Résistance pour le chauffage électrique* (29 avril 1905).

363 114. — **Société Aktiebolaget Nautiska Instrument.** — *Appareil téléphonique* (9 février 1906).

363 239. — **Berry.** — *Commande et réglage des organes utilisés dans les circuits télégraphiques quadruplex* (13 février 1906).

363 276. — **Blackburn.** — *Ancre pour haubans* (14 février 1906).

363 331. — **Société Marconi's Wireless Telegraph Co.** — *Système de télégraphie sans fil* (16 février 1906).

363 074. — **Société Siemens Schuckert Werke.** — *Système de sécurité pour dynamos accouplées à des masses* (8 février 1906).

363 135. — **Buhot et Regnier.** — *Pile voltaïque à liquide immobilisé* (10 février 1906).

363 325. — **Latour.** — *Enroulements dans les encoches d' « enduits »* (16 février 1906).

363 349. — **Couffinhal et ses fils.** — *Moteur électrique à vitesse variable* (16 février 1906).

363 077. — **Semenza.** — *Isolateur* (8 février 1906).

363 166. — **Ferrié et Carpentier.** — *Appareils de mesure des courants périodiques* (16 janvier 1906).

363 205. — **Fauvin, Amiot et Cheneaux.** — *Amortisseur à pistons équilibrés pour appareils de mesure* (6 février 1906).

363 255. — **Paulet.** — *Compteur d'énergie électrique* (12 février 1906).

363 273. — **Brown.** — *Perfectionnements aux bobines d'induction* (14 février 1906).

363 281. — **Maison Breguet.** — *Convertisseur différentiel* (14 février 1906).

363 316. — **Manufacture métallurgique de la Jonchère.** — *Conduite électrique décomposable en tronçons* (15 février 1906).

363 337. — **Aldigier.** — *Perfectionnements aux contacts électriques* (16 février 1906).

363 354. — **Ateliers Thomson-Houston.** — *Emploi de transformateurs rotatifs à volant* (17 février 1906).

363 116. — **Sauvanet et autres.** — *Lampe à arc différentielle* (9 février 1906).

363 177. — **Baron.** — *Appareillage des lampes électriques* (23 janvier 1906).

363 261. — **Société Phœnix.** — *Régulateur pour lampes à arc à vapeurs métalliques* (13 février 1906).

361 433. — **Compagnie thermo-électrique.** — *Générateur thermo-électrique à sulfure de cuivre* (3 mai 1905).

361 446. — **Klopfenstein.** — *Régulateur automatique de tension électrique* (6 mai 1905).

363 371. — **R. S. Massie Wireless Telegraph Ce.** — *Appareil sensible à l'action des ondes électriques* (17 février 1906).

363 390. — **Korn.** — *Procédé de transmission électrique à distance des images et des figures graphiques* (19 février 1906).

363 486. — **Société industrielle des Téléphones.** — *Organes d'appel des abonnés à l'usage des bureaux téléphoniques* (10 février 1906).

363 537. — **Facchini et Pointreau.** — *Microphone* (21 février 1906).

363 389. — **Lamme.** — *Armature de machine électrique avec jeu spécial de rainures servant à loger des connecteurs de très grande résistance électrique* (17 février 1906).

363 421. — **Armengaud.** — *Perfectionnements aux dynamos* (19 février 1906).

363 425. — **De Marçay.** — *Élément galvanique* (24 janvier 1906).

363 496. — **Société française des procédés Routin pour le compoundage électro-mécanique des groupes électrogènes.** — *Régulateur d'absorption à récupération pour groupes électrogènes* (16 février 1906).

363 559. — **Heyland.** — *Dispositif de mise en court-circuit au moyen de conducteurs de deuxième ordre* (23 février 1906).

363 372. — **R. S. Massie Wireless Telegraph.** — *Condensateur* (17 février 1906).

363 431. — **Société dite : Physikalischtechnisches Laboratorium.** — *Méthode de production de résistance en fil de métal* (3 février 1906).

363 555. — **Hewitt.** — *Perfectionnements dans les appareils électriques à vapeur de mercure* (22 février 1906).

363 562. — **Hamilton et la Société Ferranti Limited.** — *Dispositif empêchant l'échappement du mercure dans les compteurs d'électricité* (23 février 1906).

363 457. — **Féry et Langlet.** — *Four électrique à résistance de charbon protégé contre l'oxydation* (17 février 1906).

363 660. — **Société dite : Rhode Island Electromobile.** — *Séparation pour piles secondaires* (27 février 1906).

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

57 599. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 349. 10 Juillet 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Les ingénieurs électriciens étrangers en Angleterre. — Nous avons annoncé en son temps que l'*Institution of Electrical Engineers*, qui pendant ces dernières années avait, chaque été, fait un voyage en corps dans la plupart des pays civilisés et qui avait reçu partout un accueil cordial et sympathique, avait décidé de rester *at home* cette année afin d'y recevoir les électriciens étrangers, auxquels elle avait adressé une invitation collective par la voie des Sociétés électrotechniques de chaque pays. La réception avait été minutieusement réglée par un comité d'organisation, tous les détails de l'excursion étaient exactement prévus, et l'emploi du temps remis à chaque invité dans un magnifique portefeuille-souvenir, était suivi à la lettre.

Le séjour prévu en Angleterre était de deux semaines, du 25 juin au 7 juillet, dont trois jours à Londres, et le reste à Birmingham, Manchester, Liverpool, Windermere, Glasgow, Edimbourg, Newcastle-upon-Tyne et Leeds.

Plus de deux cents électriciens, accompagnés de cinquante dames ont accepté, pour Londres, l'invitation de l'I. E. E, et près de cent soixante-dix personnes, dont vingt-quatre dames, ont pris part à toute la tournée en Angleterre et en Ecosse.

Nous ne nous attarderons pas à décrire par le menu l'accueil somptueux, chaleureux et cordial que nos voisins d'Outre-Manche ont réservé à leurs invités. Dans le monde scientifique en général, et dans le monde électrique en particulier, il règne une entente internationale parfaite cimentée par une série de congrès internationaux dont le premier se réunit à Paris en 1881. Depuis, en 1883 à Vienne, en 1889 à Paris, en 1891 à Francfort, en 1893 à Chicago, en 1896 à Genève, en 1899 à Côme, en 1900 à Paris, en 1904 à Saint-Louis, les liens internationaux se sont resserrés chaque fois davantage, et la visite des sociétés électriques à l'*Institution of Electrical Engineers* a été comme le bouquet du feu d'artifice dont le premier pétard fut tiré en France en 1881. La réception de 1906 correspond, en magnificence, aux progrès réalisés par notre science et notre industrie depuis un quart de siècle.

En remerciant chaleureusement nos voisins de leur magnifique réception, nous songeons à l'embarras dans lequel se trouvera la génération prochaine dans un quart de siècle, pour faire mieux ou même pour faire aussi bien.

Société des Agriculteurs de France. — Section de génie rural. — *Prix agronomique à décerner en 1907.* — Un prix

agronomique, consistant en un objet d'art, sera décerné, durant la prochaine session de la Société, en 1907, à l'auteur de l'étude la mieux conçue, qui lui sera présentée sur la question de la production, du transport et de la distribution de l'énergie et de la lumière dans les exploitations rurales au moyen de l'électricité. Ce travail devra viser la création ou l'utilisation d'une usine centrale, mue par une chute d'eau ou un autre moteur quelconque, annexe ou non d'une sucrerie, distillerie ou autre usine déjà existante; cette usine produisant, au besoin, l'électricité nécessaire pour transmettre la force motrice et la lumière dans les exploitations rurales avoisinantes. Cette étude devra être appuyée sur des exemples tirés d'installations déjà existantes et, autant que possible, elle devra viser une application bien déterminée à créer. Dans ce cas, elle en présentera, dans la mesure du possible, les avantages et les difficultés, elle indiquera les prix d'installation et d'exploitation en les mettant en comparaison avec les dépenses des installations antérieures qu'elle serait destinée à remplacer. Les mémoires devront être adressés au siège de la Société *au plus tard le* 31 *décembre* 1906.

Conditions des concours de la Société. — 1° Les mémoires présentés aux concours doivent être manuscrits ou à l'état d'épreuves. — 2° Les auteurs ne doivent pas se faire connaître. Chaque manuscrit doit porter une épigraphe ou devise qui sera répétée sur un pli cacheté joint à l'ouvrage et portant le nom de l'auteur. — 3° Le lauréat qui obtient un objet d'art peut choisir entre cet objet et sa valeur argent.

(Pour tous autres renseignements, s'adresser au Siège social, 8, rue d'Athènes, Paris.)

Essais de traction par courant alternatif simple à haute tension. — Les essais entrepris par la *Société des ateliers d'Oerlikon* sur le parcours Seebach-Wellingen, vont être étendus. En effet, vers le milieu du mois de mai, les autorités de la Confédération ont procédé à la réception du tronçon Alforten-Regensdorff, de sorte que les essais se feront également sur ce parcours. Les expériences relatives à la suppression des dérangements produits par le courant de retour alternatif sur le réseau téléphonique voisin du chemin de fer ont beaucoup retardé la mise en service.

Les travaux nécessaires sont en exécution et on parle de la construction et de l'essai d'une locomotive d'express d'une puissance de 7500 poncelets, telle que celles qui doivent être employées sur la ligne Zurich-Lucerne.

Du 16 janvier 1905 au 1er mai 1906, on a effectué 2360 parcours correspondant à 7689 trains-km ou 888 257 tonnes-km.

Les deux locomotives électriques en service se sont très bien comportées. La plus nouvelle qui est en service depuis le 10 novembre 1905 est munie de moteurs à courant alternatif simple de 200 kw, ce sont les seuls de cette puissance actuellement en fonctionnement.

Four électrique Stassano pour la production de l'acier. — On a installé trois fours d'une puissance de 750, 150 et 75 kw respectivement dans l'arsenal italien. Le four de moyenne puissance emploie 140 kw en courants triphasés à la tension de 80 v. La charge est de 200 kg de fonte mélangée à de la chaux et à du minerai, 200 à 300 kg de petits morceaux de fer ou d'acier, ainsi qu'une petite quantité de ferrosilicium et de ferromanganèse. Le four produit de l'acier destiné à l'enveloppe des projectiles; cet acier doit contenir de 0,3 à 0,4 pour 100 de carbone, 0,03 à 0,04 pour 100 de phosphore et 1,2 à 1,5 pour 100 de manganèse. La résistance à la rupture doit être de 90 à 95 kg par mm². D'après les chiffres communiqués il faut de 1,1 à 1,3 kw-h par kg d'acier. En vingt-quatre heures le four peut produire 2400 kg d'acier. Les frais de renouvellement des parois réfractaires du four s'élèvent à 9,60 fr par tonne d'acier; un revêtement dure à peu près 30 jours; l'usure des électrodes est d'environ 5 kg par tonne d'acier.

Automobiles électriques à essence. — On utilise beaucoup sur les grandes lignes américaines exploitées électriquement, des automobiles, pour assurer le trafic local. Ces voitures contiennent une véritable usine centrale électrique, avec moteur à essence ou à pétrole, sur le réseau de laquelle sont branchés les moteurs actionnant les essieux. Le tableau suivant donne quelques renseignements sur des voitures de ce type.

Lignes.	La Grange à Midleboro.	Kansas City.	Schenectady à Saratoga.
Moteurs à essence :			
Puissance, en chevaux	70	80	160
Vitesse angulaire, en t : m.	325	400	456
Nombre de cylindres	4	6	5
Génératrices :			
Puissance, en kw	50	50	120
Tension, en v	250	250	600
Accumulateurs :			
Nombre d'éléments	120	112	»
Moteurs électriques :			
Nombre	4	4	2
Puissance, en chevaux	35	50	200
Voitures :			
Nombre d'essieux	4	1	4
Longueur, en mètres	10,2	16	19,5
Poids, en tonnes	41	»	59
Vitesse, en km : h	40	80	56-64

Du rendement thermique des Stations centrales. — M. G. Stott a fait sur ce sujet une intéressante conférence à l'Institut américain des Ingénieurs américains, dont l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* du 18 mars, donne le résumé suivant :

Le rendement thermique et les pertes d'une station moderne américaine (*Rapid Transit C°*, New-York), rapportées au pouvoir calorifique du charbon (7000 calories : kg environ) pris égal à 100, sont les suivantes :

Pouvoir calorifique du charbon	100
Perte dans les cendres	2,4
Pertes par les gaz de la combustion	22,7
Pertes dans la chaudière (fuites et rayonnements)	9,5
Pertes dans les pompes alimentaires	3,0
Pour la surchauffe	0,2
Pertes dans les machines à vapeur (rayonnements et frottement)	1,0
Pertes électriques	0,3
Pertes dans le condenseur	60,1
Pertes dans les autres machines	0,6
Total des pertes	99,6
Énergie récupérée :	
Dans le réchauffeur	3,1
Dans l'économiseur	6,8
	9,9
Rendement thermique	100 + 9,9 — 99,6 = 10,3
Soit	10,3 pour 100.

Le pouvoir calorifique du charbon est déterminé par des essais. Les pertes par les gaz de la combustion dépendent de leur teneur en acide carbonique, et peuvent être abaissées au moyen d'un tirage artificiel et avec l'emploi de la conduite mécanique du feu jusqu'à 10 ou 12 pour 100. Il en est de même pour les pertes dans la chaudière, en y disposant un manteau protecteur et des calorifuges, que l'on peut abaisser à 5 pour 100; les pertes dans les machines peuvent être abaissées à 0,5 pour 100, et avec de la surchauffe jusqu'à 0.2 pour 100; de sorte que l'on peut avoir un rendement thermique de 14,5 pour 100. Les turbines à vapeur avec surchauffe donnent 15,5 pour 100 d'utilisation. La courbe de dépense de vapeur d'une turbine Curtis en fonction de la

puissance, est beaucoup plus plate que celle d'un moteur à cylindres. Dans les turbines à basse pression on peut mieux utiliser l'expansion de la vapeur que dans les cylindres à basse pression. L'emploi des turbines est à recommander dans les stations pourvues de moteurs à cylindres, pour utiliser l'échappement; en employant ce système, en augmentant la puissance de 66 pour 100, on réalise une économie de vapeur de 25 pour 100.

Les moteurs à gaz ont, il est vrai, un meilleur rendement thermique (allant jusqu'à 30 pour 100) que les moteurs à vapeur, mais par contre ils ne peuvent être surchargés.

La combinaison de moteurs à cylindres et de turbines à vapeur, les premiers disposés pour la vapeur à haute tension et ayant une puissance constante, les dernières supportant les variations de puissance, permet d'élever de beaucoup le rendement et d'abaisser de 25 pour 100 le prix de revient du l'énergie et de même d'économiser 22 pour 100 de l'emplacement.

La combinaison de 50 pour 100 de moteurs à gaz et 50 pour 100 de turbines à vapeur, en employant l'eau qui a servi au refroidissement des moteurs à gaz, pour l'alimentation des chaudières, permet de réduire de 40 pour 100 les frais d'exploitation, et les frais d'installation sont de 9 pour 100 plus bas que dans le cas d'une station à vapeur.

Nouvelles lampes à incandescence. — M. A. Libesny a entretenu récemment la Société électrotechnique de Vienne des progrès de l'éclairage; nous extrayons de sa conférence les renseignements suivants relatifs aux nouvelles lampes à incandescence à filament métallique.

C'est le chevalier Auer de Welsbach, l'inventeur du manchon pour les becs de gaz, qui porta ainsi un coup terrible à l'électricité, qui a le premier, il y a six ans environ, employé ce nouveau genre de lampes.

La lampe à osmium consomme environ 1,5 w par bougie et les deux types de lampes imaginés peu après, la lampe au zircone et celle au tantale, environ 2 w par bougie. Tout d'un coup on a parlé de divers côtés de nouvelles lampes à filaments métalliques, pouvant lutter au point de vue économique avec le gaz. On parle de 1 w par bougie, même de 0,5 w par bougie; on peut se demander si l'on a trouvé une nouvelle méthode d'emploi des métaux; d'après M. Libesny on n'a fait que perfectionner la voie ouverte par Auer.

Les nouvelles lampes sont toutes d'origine autrichienne, ainsi la Société d'électricité réunie (*Vereinigte Elektrizitäts-Aktiengesellschaft*) s'occupe de la lampe au *wolfram*, la Société Auer de la nouvelle lampe à *osmine*, la maison J. Kremenetzky de la lampe Sirius de Kuzel et la fabrique de lampes Watt, de lampes à filament métallique sur lesquelles M. Libesny n'a pu obtenir d'information. La plupart de ces constructeurs en étant encore aux recherches de laboratoire n'ont pu fournir des échantillons, et seule la Société Auer a fourni des types de sa nouvelle lampe à osmine, que le conférencier a pu présenter à l'auditoire et faire fonctionner.

Le conférencier allume deux lampes à osmine, l'une de 40 bougies 110 volts, l'autre de 80 bougies 220 volts, ce sont certainement des tours de force de fabrication, car le diamètre du filament est de 0,05 mm, et les cheveux les plus fins ont un diamètre de 0,06 mm; on voit donc que l'on ne pourra guère produire des lampes à 110 volts au-dessous de 35 à 40 bougies.

D'après une communication du musée industriel technologique de Vienne, des lampes à osmine ont déjà fonctionné 1776 heures et la lumière n'a baissé que de 7 pour 100 en moyenne, 6 lampes de 54 volts sont soumises à cet essai, elles consommaient 1,05 w par bougie au commencement des essais et à la date indiquée ci-dessus, après la baisse de lumière de 7 pour 100, 1,10 w par bougie.

Au sujet de la lampe Sirius de la maison Kremenetsky, le même laboratoire a donné en août 1905 les renseignements suivants.

Les essais sont relatifs à une lampe de 32 et à une lampe à 30 volts, consommant 1,06 et 1,12 w par bougie, elles ont brûlé respectivement 1010 et 1040 heures, avec une baisse de lumière respective de 1,6 et 4,5 pour 100.

On n'a pas encore de résultats d'essais officiels de la lampe au wolfram.

Les consommations totale et spécifique de la lampe à osmine est donnée dans le tableau suivant en fonction de la tension aux bornes.

VOLTS.	AMPÈRE.	WATTS.	RÉSISTANCE EN OHMS.	INTENSITÉ LUMINEUSE EN BOUGIES.	CONSOMMATION SPÉCIFIQUE EN W PAR BOUGIE.
100	0,365	36,5	274	36,5	1,0
104	0,372	38,7	280	45,0	0,9
109	0,385	42,0	285	52,0	0,8
115	0,398	45,8	289	65,5	0,7
126	0,418	52,7	301	88,0	0,6
136	0,438	59,7	311	119,0	0,5

Après quelques aperçus purement théoriques, M. Libesny donne les renseignements suivants, sur le rapport de la surface éclairante du filament des divers types de lampes à leur intensité lumineuse.

Filament de charbon .	3,5	w par bougie.	3,8	mm^2 par bougie.
Filament de charbon .	1,5	—	1,2	—
Osmium	1,5	—	3,2	—
Osmine.	1,5	—	3 à 4	—
Osmine.	1,0	—	2 à 3	—
Tantale.	2,0	—	2,8	—

Les téléphones de l'Empire allemand. — L'*Elektrotechnick und Maschinenbau* du 3 juin, donne la statistique des téléphones allemands à la fin de 1905.

Le total des postes à cette époque était de 510 831, contre 444 954 en 1904.

Les réseaux téléphoniques les plus importants sont indiqués dans le tableau suivant :

VILLES.	NOMBRE DE POSTES.	LONGUEUR DE LA CANALISATION EN KM	NOMBRE DE CONVERSATIONS ÉCHANGÉES PAR JOUR.
Berlin	74 836	193 678	578 422
Hambourg	51 707	65 035	271 598
Francfort s. M.	14 104	41 949	108 179
Leipzick	13 139	69 301	62 668
Dresde	12 917	51 619	63 889
Cologne.	11 163	45 757	69 299
Breslau.	9 364	19 784	66 666

La ligne à double fil Paris-Berlin a une longueur de 1192 km, dont 848, sur le territoire allemand; la fréquence des conversations échangées est de 55 par jour en moyenne.

La presse électrotechnique. — L'*Electrotechnick und Maschinenbau* du 10 juin, donne les renseignements suivants sur les journaux électrotechniques existants. Cette statistique a été faite avec toute la prudence possible par l'un des rédacteurs du journal viennois et les évaluations sont certainement inférieures de 10 à 15 pour 100 à la réalité.

Le nombre total des périodiques électrotechniques est de 95, se répartissant comme il suit entre les divers pays industriels : Autriche-Hongrie, 5; Allemagne, 14; Suisse, 4; Hollande, 1; Belgique, 2; Danemark, 1; Russie, 5; Italie, 4; Es-

pagne, 1 ; France, 11 ; Angleterre, 12 ; États-Unis, 27 ; Canada, 4 ; Japon, 1 ; Indes, 1 ; Australie, 2. Total : 95.

Augmentation des salaires de l'industrie électrotechnique à Berlin. — Dans un rapport de la *Société pour la protection de l'industrie électrotechnique allemande*, se trouve le tableau suivant indiquant les salaires comparatifs des ouvriers de l'industrie électrotechnique de Berlin en 1903 et actuellement. Les prix ont été établis en admettant que 1 pfennig vaut 1,25 fr.

PROFESSIONS.	PRIX DE L'HEURE EN CENTIMES.		AUGMENTATION EN CENTIÈMES.	PRIX A LA TACHE EN CENTIMES.		AUGMENTATION EN CENTIÈMES.
	1903.	1906.		1903.	1906.	
Mécaniciens	58,75	73,75	25	75,00	93,65	25
Aides mécaniciens .	48,75	56,25	15	72,50	81,25	12
Tourneurs-fileteur .	45,00	53,75	20	70,00	77,50	10
Outilleurs	71,25	81,25	14	71,25	77,50	11
Serruriers	53,75	57,50	7	71,25	77,50	6
Moyenne . . .	55.50	»	18	»	»	14

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Grenoble. — *Distribution d'énergie.* — Nous achèverons de donner quelques détails sur le fonctionnement du réseau de la ville de Grenoble dont nous avons indiqué les grandes lignes dernièrement, dans notre numéro du 10 juin 1906, p. 244.

Les transformateurs urbains, au nombre de 35, sont renfermés dans des tourelles métalliques de forme circulaire de 1,50 m de diamètre et de 4,50 m de hauteur. En dehors des transformateurs proprement dits qui abaissent la tension de 5000 à 125 volts, ces kiosques possèdent l'appareillage à haute et basse tension nécessaire à l'exploitation.

Le réseau secondaire à 125 volts est double ; il comprend les câbles d'éclairage public et les câbles d'éclairage particulier et de petite force motrice jusqu'à 2 kw. Ce réseau est souterrain et a été réalisé par des câbles armés de même nature que les câbles à 5 000 volts. Chaque câble public ou privé est généralement réuni à deux postes de transformateur d'un même feeder, de sorte qu'il est possible de l'alimenter par deux points différents séparément ou simultanément. Les transformateurs du réseau urbain périphérique, au nombre de 18, sont montés dans les kiosques en ciment armé de forme rectangulaire de 1,50 sur 1 m et de 4,5 m de hauteur. Ils renferment de même les tableaux de l'appareillage haute et basse tension ; le feeder 4 (cours Berriat) est installé avec ce genre de transformateur, ainsi que le quartier Saint-Laurent, l'Ile-Verte et les quartiers proches des fortifications. De ces kiosques rayonnent les lignes aériennes et souterraines ; la plupart sont aériennes. Les fils des lignes aériennes sont supportés par des isolateurs à double cloche en porcelaine. Ces isolateurs sont eux-mêmes fixés sur des poteaux ou consoles métalliques.

Le réseau suburbain comprend 12 postes de transformateurs, de même forme que ceux en ciment armé de la périphérie, mais établis en tôle d'acier et surmontés d'un pylône en treillis métallique servant de sortie et de répartition des lignes aériennes. Ils alimentent des câbles souterrains et des lignes aériennes comme dans la périphérie. Le montage de l'appareillage est effectué suivant le même principe.

Dans ce réseau le public n'est pas complètement distinct du particulier ; il comprend seulement un fil de retour par direction pour l'allumage et l'extinction de l'éclairage public. Ce montage qui présente l'avantage d'être très économique, n'a aucun inconvénient dans ces quartiers où l'éclairage public est peu important.

Les lignes aériennes sont montées sur des poteaux de bois injectés au sulfate de cuivre.

En résumé, le secteur de Grenoble comprend donc 65 postes de transformateurs ; à ce nombre, il convient d'ajouter 12 postes installés dans les bâtiments municipaux ou chez différents clients importants, soit un total de 77.

Les lampes de l'éclairage public se commandent depuis les kiosques par la manœuvre d'une simple clef, les allumeurs ont donc 65 clefs d'interrupteurs à tourner pour faire l'allumage de tout le territoire de Grenoble.

Les abonnés de force motrice supérieure à 2 kw ont chez eux des transformateurs qui sont leur propriété. Ceux-ci sont au nombre de 35 environ, à l'heure actuelle.

La puissance totale de ces 112 transformateurs reliés au secteur de Grenoble est d'environ de 5400 kw.

A ce jour, il y a environ 30 000 lampes à incandescence installées chez les particuliers ; à ce chiffre, il convient d'ajouter 220 lampes à arc et 1600 lampes d'escaliers.

Les abonnés de force motrice, au nombre de 150 environ, absorbent une puissance de 900 à 975 kw. Les bâtiments communaux ont nécessité l'installation de 3511 lampes à incandescence et de 20 lampes à arc. Le réseau d'éclairage public comporte 1500 lampes à incandescence de 16 bougies et 225 lampes à arc de 2000 bougies.

Maing (Nord). — *Station centrale.* — Cette localité vient d'être dotée d'une station centrale par les soins de la « Départementale électrique ».

Morez (Jura). — *Station centrale.* — Il paraîtrait qu'une Société est en voie de formation en vue de distribuer l'énergie électrique dans toute la région de Morez. Cette Société qui se fonderait au capital de 30 000 fr établirait son usine aux Rousses où elle disposerait d'une importante chute d'eau.

Orchiaz (Ain). — *Éclairage.* — Il paraîtrait que la municipalité de cette ville a accepté les propositions de la Société des Forces hydrauliques du Rhône et lui a accordé le monopole de l'éclairage électrique.

Salers (Cantal). — *Éclairage.* — M. Géraud-Maigne a obtenu la concession de l'éclairage électrique de cette ville ; les travaux sont activement poussés et on annonce que le nouvel éclairage fonctionnera prochainement.

ÉTRANGER

Amsterdam (Hollande). — *Traction électrique.* — Une Société s'est constituée récemment qui se propose d'établir *en Hollande un réseau électrique de* 500 *km.* La ligne principale irait de Wykansee sur la mer du Nord jusqu'à la frontière allemande, sur le Rhin, et desservirait Zaandam, Amsterdam et Utrecht.

Le réseau comprendrait un service complet pour voyageurs et marchandises. La vitesse maxima d'exploitation serait de 80 km à l'heure environ.

L'équipement électrique serait fourni par la *Westinghouse Electric and M C°*, qui s'est intéressée financièrement à cette entreprise.

LA NITRIFICATION ÉLECTRIQUE

PAR FIXATION DE L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE

LA CYANAMIDE ET LES ÉLECTRONITRATES

La question de la fixation de l'azote atmosphérique présente une importance agricole mondiale sur laquelle nous ne saurions insister ici.

Rappelons seulement, avec M. Grandeau, que :

1° La source unique, directe ou indirecte, de l'azote des végétaux réside dans l'atmosphère;

2° La consommation de la végétation en azote est colossale;

3° L'azote nitrique est l'aliment azoté, par excellence, de nos cultures;

4° Les sources actuelles d'acide nitrique et d'ammoniaque sont absolument insuffisantes pour permettre, dans l'avenir, un accroissement des rendements de nos terres, proportionnels à l'augmentation régulière de la population blanche du globe.

On comprend, dès lors, l'intérêt qu'a suscité dans le monde savant la recherche de procédés économiques de transformation de l'azote, dont l'air nous offre un réservoir gratuit, inépuisable, en l'une des deux formes aptes à nourrir les plantes : acide nitrique ou ammoniaque.

Sir William Crookes, qui présidait, en 1898, l'Association britannique, après avoir constaté l'insuffisance des approvisionnements en azote des gisements du Chili et envisagé leur épuisement à brève échéance, proclamait que la plus grande découverte qu'on doive attendre de la science est la fixation de l'azote de l'air sous une forme utilisable par l'agriculture. « Le laboratoire, disait-il, affranchira le monde de la famine. » Cette prophétie est aujourd'hui accomplie par deux découvertes récentes, la cyanamide ou chaux-azote et le nitrate de chaux, obtenus tous deux par utilisation du four électrique. Nous ne dirons que quelques mots de la cyanamide, en insistant plus longuement sur la fixation directe de l'azote atmosphérique par l'arc électrique.

I. — LA CYANAMIDE

La cyanamide ou chaux-azote ($CaCAz^2$) est un produit azoté obtenu en faisant réagir l'azote sur le carbure de calcium en formation, d'après le procédé inventé par MM. Frank et Caro en 1905. Ce produit est obtenu en fondant au four électrique un mélange de chaux et de charbon et en insufflant dans le mélange de l'azote extrait de l'air par le procédé classique des laboratoires, consistant à faire passer de l'air dans un récipient contenant du cuivre métallique incandescent qui enlève l'oxygène. On refoule l'azote dans le four à carbure et on obtient un mélange de cyanamide de calcium et de charbon, titrant 20 à 21 pour 100 d'azote. Cet engrais a donc la richesse du sulfate d'ammoniaque. Pour être assimilé par les plantes, il faut qu'il se transforme dans le sol, au contact de l'humidité, en ammoniaque et en carbonate de chaux. M. Grandeau a expérimenté deux années de suite, au Parc des Princes, ce nouvel engrais, sur céréales et sur pommes de terre. Les résultats de ces essais ont été satisfaisants : le cyanamide, à dose égale d'azote, comparé au sulfate d'ammoniaque et au nitrate de soude, s'est montré à peu près égal au sulfate et inférieur seulement de quelques centièmes au nitrate de soude.

Fabrication. — Le principe de la fabrication de la cyanamide ou chaux-azote est le suivant. Si l'on fait passer de l'azote sur du carbure de calcium porté à température élevée, le gaz est absorbé; le carbure abandonne la moitié de son carbone et se transforme en cyanamide de calcium :

$$CaC^2 + 2Az = CaCAz^2 + C.$$

En présence de l'eau, la cyanamide peut fournir un dégagement d'ammoniaque avec formation de carbonate de calcium :

$$CaCAz^2 + 3H^2O = CaCO^3 + 2AzH^3.$$

Une réaction analogue à cette dernière s'accomplit quand la cyanamide est enfouie dans le sol. De là l'effet fertilisant.

Du moment que l'on dispose de carbure de calcium, la fabrication de la cyanamide est vraiment une industrie d'une grande simplicité.

Le carbure employé est celui que livre le commerce pour l'éclairage (à 300 litres : kg). On le réduit en poudre fine dans des broyeurs, qu'on maintient convenablement fermés afin d'éviter l'altération causée par l'humidité. On l'introduit par charge de 100 à 150 kg dans des cornues tout à fait semblables à celles qui servent à la distillation de la houille dans la fabrication du gaz d'éclairage. Ces cornues sont chauffées dans un four vers le rouge cerise. On y envoie l'azote et celui-ci s'y absorbe régulièrement. L'absorption est terminée lorsqu'on voit la pression s'élever quelque peu aux manomètres de la canalisation amenant l'azote. Elle a duré cinq ou six heures. La combinaison effectuée est nettement exothermique, ce qui tend à diminuer la consommation du combustible employé au chauffage des fours.

Pour un même carbure mis en œuvre, le produit obtenu possède une composition bien constante; mais celle-ci dépend sensiblement de la qualité du carbure En fait, la teneur en azote oscille entre 17 et 21 pour 100.

Au cours de la réaction, il se fait dans les cornues une croûte dure, assez poreuse, qui se soulève et se fendille. Sa formation oblige finalement à un concassage et à un broyage, la matière se présentant alors sous la forme de poudre.

La présence d'oxygène accompagnant l'azote doit être

soigneusement évitée. Elle retarde considérablement l'absorption.

L'azote a été préparé d'abord au moyen de l'air et du cuivre, chauffé au rouge, puis régénéré. Les petites usines peuvent encore préférer un mode de préparation fondé sur l'absorption de l'oxygène de l'air par un réducteur convenablement choisi, afin d'échapper à des installations exigeant certaine mise de fonds. Dans une fabrication sur plus grande échelle (Piano d'Orte, Abruzzes), on trouve avantage à produire l'azote par la distillation de l'air liquide, avec les appareils Linde ou Claude. On obtient ainsi couramment de l'azote à 99,5 pour 100 de pureté [1].

On n'a pas, dès le début, songer à utiliser la cyanamide calcique comme engrais. Ce n'est qu'un certain temps après la découverte de Frank qu'on s'est aperçu qu'elle devait offrir une source d'azote ammoniacal pour les végétaux. Des essais agricoles furent entrepris, qui confirmèrent ces prévisions. Il serait prématuré de dire qu'on est absolument fixé sur la valeur fertilisante de la chaux azotée. Comme elle représente un produit tout nouveau et assez éloigné, sous le rapport de la composition, des matières employées jusqu'ici comme engrais azotés, peut-être convient-il qu'elle soit soumise à des vérifications plus nombreuses et plus soignées. Il semble pourtant qu'on puisse admettre, malgré divers résultats défavorables, qu'elle se comporte à la façon de l'ammoniaque et présente la même efficacité à égale teneur en azote.

Quant au prix auquel on l'offre, il est, rapporté à l'azote, tout à fait de l'ordre de celui des nitrates; les fabricants paraissent réaliser ainsi un assez large bénéfice.

Enfin quelle carrière fera ce nouvel engrais? Est-il appelé à un grand essort? Il est naturellement difficile d'en juger dès maintenant. D'après une opinion très autorisée, on ne s'attendrait pas à voir prendre à la cyanamide un développement extrêmement considérable. Elle a besoin de trouver le carbure à bas prix et le carbure, pense-t-on, ne saurait la satisfaire sur ce point que s'il est, d'autre part, rémunéré par la vente pour l'éclairage. Or cette vente est limitée. Ainsi, pour ne citer que les principales consommations, l'Italie demande à peu près 25000 tonnes de carbure par an, l'Allemagne 21000, la France 18000, les États-Unis de 15 à 20000; au total 80000 tonnes par an environ suffisent à la consommation mondiale, et ce chiffre ne tend guère à s'accroître. Dans cette situation, il est possible que la fabrication de la chaux azotée ne prenne pas une extension extraordinaire; mais ce n'est qu'une opinion particulière [2].

[1] On a proposé, au procédé qui vient d'être décrit, une modification consistant dans l'addition aux matières de chlorure de calcium, qui aurait pour effet d'abaisser la température nécessaire à la réaction.

[2] C'est l'opinion émise par M. Schlœsing fils, Membre de l'Institut, dans une conférence faite au *Congrès agricole de Toulouse*, le 29 mai 1906.

II. — LES ÉLECTRONITRATES

Nous donnons ce nom générique à tous les azotates obtenus au four électrique en partant des oxydes d'azote formés dans l'étincelle, l'arc ou la flamme électriques.

Ces électronitrates ont pour origine une expérience qui date de plus d'un siècle.

C'est, en effet, *H. Cavendish* qui, en 1781, découvrit l'hydrogène et la combustibilité de ce gaz, et constata qu'en brûlant dans l'air il donne de l'eau renfermant de l'acide azotique.

En 1783, il établit expérimentalement, à l'aide de l'eudiomètre, la formation de l'oxyde d'azote et celle de l'acide nitrique sous l'influence de l'étincelle.

En 1804, *Davy*, le premier, montre que l'arc électrique est une flamme.

En 1880, *sir James Dewar* découvre la formation, dans l'arc électrique, de nitrite et de cyanogène.

Dewar conclut de ses expériences que de l'acide nitrique se forme dans l'arc, mais qu'il est réduit en anhydride nitreux au contact du charbon rouge des électrodes ou par une autre cause.

Plus tard, en 1892, *sir William Crookes*, par une expérience faite devant la Société royale de Londres, montre que l'azote donne naissance, au contact de l'air, sous l'influence d'un fort courant d'induction, à une flamme qui renferme des acides nitreux et nitrique.

En 1895, MM. *Perot* et *Coupier* entreprirent, à la Faculté des sciences de Marseille, des recherches sur l'oxydation de l'azote atmosphérique par l'action de la décharge électrique agissant sur l'air naturel. Le courant alternatif à haute tension (plusieurs milliers de volts) traversait l'air contenu dans une ampoule. Cet air sans cesse renouvelé barbotait dans des absorbants convenables. Le maximum de rendement obtenu par ces savants, pour une certaine distance des électrodes et une certaine intensité de courant, correspondait à 360 kg d'acide monohydraté par kw-an, l'année étant comptée de 365 jours de 24 heures.

En 1897, *lord Rayleigh*, au cours des recherches qui ont abouti à la découverte de l'argon, imagine un appareil pour réaliser l'expérience de Crookes sur une plus large échelle.

Dans un vase d'une capacité de 50 litres, lord Rayleigh détermine la production d'acide nitrique en y faisant brûler un arc (2000 volts de tension); un jet d'une dissolution de potasse caustique coule dans le vase, tandis qu'on y insuffle un mélange de 11 parties d'oxygène et 9 parties d'air, quantités théoriquement nécessaires pour la formation de peroxyde d'azote. En une heure, lord Rayleigh transforme 21 litres du mélange en acide nitrique, obtenant ainsi, pour une dépense de 1 kw-h, environ 50 g d'acide nitrique, ce qui correspondrait à 438 kg par kw-an.

En 1898, *sir William Crookes*, exposant l'état de la question, voit dans les expériences de lord Rayleigh la possibilité de résoudre industriellement le problème posé

par la nécessité d'augmenter les ressources alimentaires de l'homme. Les chutes du Niagara lui paraissent devoir se prêter économiquement à cette solution. Partant des résultats de lord Rayleigh, sir William Crookes calcule que si l'énergie électrique peut être obtenue moyennant une dépense de 1/70e de penny par kw-h, le nitrate de soude pourra être fabriqué à raison de 5 livres sterling par tonne, soit 125 fr, le prix courant du nitrate du Chili étant, à cette époque, de 7 livres 10 schellings (187,50 fr) par tonne.

En 1903, *Muthmann et Hofer* poursuivirent l'étude de la question, mais les résultats qu'ils obtinrent (34 g d'acide nitrique par kw-h) n'étaient pas encourageants au point de vue d'une entreprise industrielle.

Deux autres physiciens, *Mac Dougall et Howles*, font de leur côté des expériences dans la même direction. Ils arrivent à produire une certaine quantité d'acide nitrique. Leurs recherches les amènent à constater la dissociation rapide, à haute température, du peroxyde d'azote en azote et en protoxyde d'azote. D'après eux, la production de l'oxyde d'azote doit être obtenue dans certaines conditions ne permettant pas cette dissociation. Ils signalent, à ce propos, la nécessité d'éloigner rapidement l'arc électrique de la zone incandescente, afin de prévenir la décomposition du peroxyde d'azote.

En 1902, se fonda l'*Atmospheric Product Company*, qui tenta en Amérique, aux chutes du Niagara, la production industrielle de l'acide nitrique.

Une usine d'essai fut installée pour appliquer les procédés de *Bradley et Lovejoy* qui donnèrent d'assez bons résultats comme production, mais qui nécessitaient des appareils trop compliqués pour en assurer le succès industriel. Depuis l'été de 1904, l'usine du Niagara a cessé de fonctionner.

Presque au même moment, deux savants suisses, MM. *Kowalski et Mozciki*, firent à leur tour, à Fribourg, des essais de fabrication de l'acide nitrique par voie électrique. Ils eurent recours à des courants alternatifs à très haute tension (50 000 et jusque 75 000 volts), à des fréquences allant jusqu'à 10 000 périodes par seconde. Les électrodes employées étaient en aluminium. Une société d'essai fut constituée à Fribourg, en Suisse, pour essayer d'exploiter le procédé. Mais là, une fois encore, jusqu'à présent au moins, le succès n'a pas répondu aux efforts tentés dans cette direction.

Le procédé de MM. *Birkeland* et *Eyde* diffère de tous ceux qui ont été décrits jusqu'ici par l'emploi d'une véritable flamme circulaire remplaçant les étincelles ou les petits arcs employés dans les procédés énumérés précédemment.

Procédé Birkeland et Eyde. — En principe, la flamme, qui affecte la forme d'un disque plat qui peut atteindre 1,8 m de diamètre dans les fours puissants, est obtenue en faisant jaillir un arc alternatif de haute tension (5000 volts) à la fréquence 50 dans un champ magnétique intense et constant qui chasse l'arc, le souffle, l'étale et l'épanouit.

La figure 1 représente le principe de la construction de ce four, en vue de l'oxydation de l'azote de l'air. L'expérience a montré que la flamme produite dans ce système de four est d'une stabilité tout à fait remarquable. A l'aide d'une seule paire d'électrodes formées par des tubes en cuivre de 1,5 cm de diamètre, refroidies intérieurement par un courant d'eau et distantes l'une de l'autre de 2 mm [1], on peut aisément obtenir des flammes

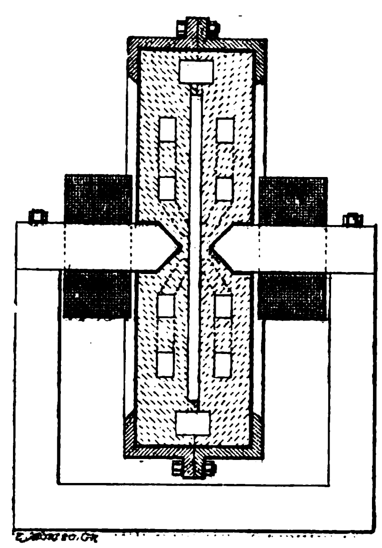


Fig. 1. — Coupe schématique du four.

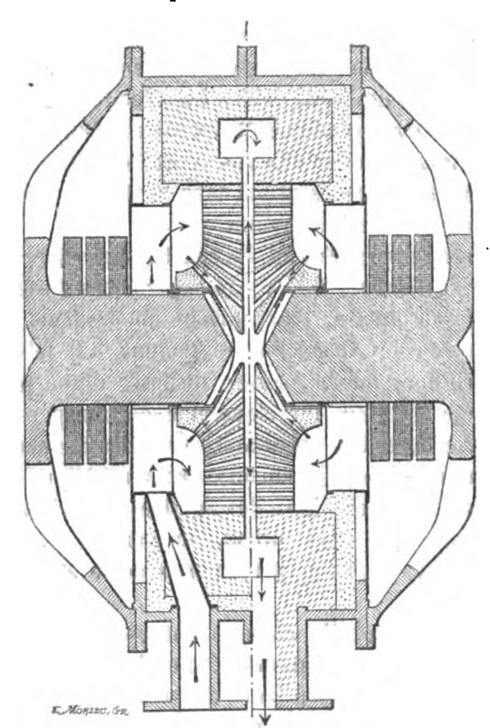


Fig. 2. — Coupe schématique du four Birkeland-Eyde à Vasmoën.

[1] Malgré ce rapprochement des extrémités des électrodes, il ne se produit pas de courts-circuits, ce qu'explique le soufflage énergique dans le plan magnétique dont nous avons parlé plus haut.

d'un diamètre de 1,8 m correspondant à une puissance de 750 kw.

Ces flammes sont produites dans l'espace central, de 8 cm seulement de largeur, d'un four de 2 m de hauteur, d'une construction durable et ne subissant aucune détérioration. Ces conditions sont d'une importance économique considérable et permettent de réduire d'une façon exceptionnelle les frais de premier établissement de ces appareils.

Avant d'arriver à donner aux fours électriques la dimension et la forme que présentent ceux de l'usine de Notodden, Birkeland et Eyde ont franchi, dans leurs études, plusieurs étapes les rapprochant successivement du résultat excellent auxquels ils sont arrivés.

Partis de la fabrication d'un four si petit qu'on pouvait le tenir à la main et nécessitant l'emploi d'une puissance de quelques kilowatts seulement, ils sont arrivés à la construction du type actuel absorbant une puissance de 750 kw.

Les appareils d'absorption des gaz nitrés produits étaient, au début, de simples ballons de verre de quelques litres, remplacés aujourd'hui à Notodden par des tours de granit de 40 à 50 m³ de capacité.

Le premier four a été construit pour une puissance de 3 à 4 kw. Il était alimenté par un courant alternatif à 50 périodes par seconde et 5000 volts de tension. C'est à la fabrique de Frognerkillens, à Christiania, qu'il a été construit et expérimenté en juillet 1903. Ce four primitif consistait en une caisse de cuivre garnie intérieurement d'amiante et de mica. Les électrodes étaient des tubes de cuivre aplatis pénétrant dans la caisse de cuivre par des buses garnies de substances isolantes. L'air arrivait par les électrodes, lancé dans la flamme à raison de 150 litres par minute environ.

Le premier progrès fut la construction d'un four de 10 kw (septembre 1903); des expériences furent faites avec l'air ordinaire, l'air enrichi en oxygène, de l'air chauffé, refroidi, desséché, etc. Comme, à la fabrique de Frognerkillens, on ne pouvait disposer d'une puissance supérieure à 20 kw, Birkeland et Eyde transportèrent au mois d'octobre leur laboratoire d'études à Ankerlökken (situé à Christiania également), dans un bâtiment spécial de la station secondaire des services électriques de la ville. Ils purent alors utiliser un courant alternatif de 40 à 50 kw, à 50 périodes par seconde et 5000 volts de tension.

Immédiatement ils entreprirent des essais avec un nouveau four de plus grandes dimensions, dans lequel ils obtinrent un arc absorbant d'environ 40 kw. Ce four donna de bons résultats; la flamme était stable et constante, comme l'espéraient les savants norvégiens, ce qui les engagea à appliquer de plus grandes puissances à un nouveau four, actionné par 60 à 80 kw. Progressivement, ils arrivèrent à augmenter les dimensions des fours, de manière à employer bientôt 120 et 200 kw. Il fallut alors transporter les installations de recherches à Vasmoën, près Arendal. A Vasmoën, MM. Birkeland et Eyde pouvaient disposer régulièrement de 500 kw, et pendant un temps limité, le dimanche par exemple, de 1000 kw.

Le développement successif des installations expérimentales est résumé dans le tableau ci-dessous :

Dates.	Lieux de l'installation.	Puissance employée en kw.
Juillet 1903. . .	Fabrique de Frognerkillens . .	20
Octobre 1903 . .	— Ankerlökken . . .	110
Septembre 1904.	— Vasmoën	750
Mai 1905	— Notodden.	1850

En 1907, l'usine de Svaelgfos-Notodden fonctionnera avec 22 000 kw.

Les essais furent commencés à Vasmoën en septembre 1904. Au début, Birkeland et Eyde se proposaient seulement d'arriver, à Vasmoën, à construire un four de 500 kw. Mais, peu à peu, la station fut agrandie et elle est aujourd'hui admirablement installée et outillée, aussi bien pour les recherches chimiques que pour les essais électriques. Vasmoën est devenu, dans les deux directions, un établissement modèle pourvu des instruments les plus perfectionnés et des moyens d'études les plus complets.

C'est à Vasmoën qu'on a construit les premiers fours de grandes dimensions.

Four de Vasmoën. — L'air destiné à alimenter la flamme pénètre par les parois latérales en terre réfractaire de la chambre à flamme. Le circuit magnétique est formé par deux puissants électro-aimants dont les pôles disposés sur l'axe du four sont dirigés de chaque côté de la chambre à flamme, laissant libre entre eux un espace de 10 cm environ (fig. 2).

La fermeture du flux magnétique se fait par des caisses formées de plaques de fonte qui enveloppent le four extérieurement.

Les gaz nitrés formés dans la flamme s'échappent par un canal d'adduction périphérique revêtu, comme la chambre à flamme, de parois réfractaires. Ce four est en fonction continue depuis plus d'un an : il a atteint un degré de stabilité tel que, pendant des semaines, sans qu'aucun réglage soit nécessaire, il a été maintenu en marche avec une flamme produite par environ 500 kw, sans variations dépassant quelques centièmes.

Point important, l'entretien et la réparation du four sont très simples, les organes les plus importants, les électrodes, ne devant être changés que chaque trois ou quatre semaines et le garnissage réfractaire que tous les quatre à six mois.

Les autres parties du four n'ont nécessité, pendant une année aucune modification ni réparation, ce qui montre combien est grande la durée des différents appareils électriques, transformateurs et autres, utilisés pour la marche du four.

Pendant l'été de 1905, on a construit et mis à l'essai à Vasmoën un four d'un type entièrement nouveau, à flamme horizontale. Dans ce dispositif, l'accès de l'air a lieu d'un côté du four, le départ des gaz traités par la

flamme se faisant du côté opposé. Les expériences n'étant pas terminées, il n'y a rien de plus à dire de ce four.

Température des fours. — « Nous avons lieu d'admettre, dit M. Eyde [1], que la température de nos fours à flamme dépasse 2500°C, lorsqu'ils fonctionnent dans des conditions convenables. De combien la température produite dépasse-t-elle réellement ce nombre, nous ne le savons pas; peut-être atteint-elle 3000°C ou 3500°C. On a d'ailleurs des moyens de faire varier la température, soit par le changement de l'excitation, soit par l'élargissement de la chambre à flamme.

« En marche normale, la température des gaz, au sortir des fours électriques, varie entre 500°C et 750°C. Les oscillations de température, entre ces limites, sont sans influence sur la production nette en acide nitrique par kilowatt-an, qui se maintient pratiquement constante. Si, comme exemple, on évalue, en moyenne, à 3000°C la température dans la flamme et à 600°C celle des gaz sortant du four, il en résulterait qu'un cinquième seulement, environ, des quantités d'air traversant le four aurait subi l'action directe de l'arc incandescent. Les quatre autres cinquièmes du volume d'air insufflé doivent vraisemblablement servir à refroidir rapidement l'air traité, pour le ramener à une température à laquelle la rapidité de la réaction qui dissocie l'oxyde d'azote est pratiquement réduite à rien [2].

« L'expérience nous a appris, ajoute S. Eyde, que la température des gaz, à leur sortie du four, ne doit jamais être inférieure à 600°C. Il est nécessaire que ces gaz soient refroidis presque instantanément.

« L'avantage de l'insufflation de l'air dans le four, réalisée par notre système, repose précisément sur ce fait que l'air se répand des deux côtés du four, dans toute l'étendue de la flamme, à un état de grande division.

« En ce qui concerne les processus chimiques dont le four est le siège, nous pouvons nous les représenter d'une manière simple en nous appuyant sur les considérations de la thermo-chimie et en admettant, *a priori*, qu'il ne s'agit, dans nos arcs lumineux, que d'un échauffement intense de l'air. Nous tenons cependant pour vraisemblable que le phénomène électrique joue, par lui-même, un certain rôle et que l'air, au contact immédiat du courant, ne doit plus être identique à l'air ordinaire simplement échauffé.

« Si l'on mélange 1 kg d'oxygène avec 3 kg d'azote, le mélange, d'après les conceptions de la chimie moderne, ne doit plus consister exclusivement en oxygène et en azote : il se forme spontanément des combinaisons chimiques de ces éléments, entre autres de l'oxyde d'azote. Dans ce cas, l'oxyde d'azote formé à la température ordinaire est, en réalité, en quantité qui échappe à toute mesure. Calculée d'après la loi de Guldbéry-Waage, cette quantité serait un dix-millionième de milligramme.

« Si, au contraire, la température s'élève à 1000°C, 1500°C, 2000°C, 2500°C, on peut déceler, à chacune de ces températures, une quantité d'oxyde d'azote mesurable; il se produit, en quelque sorte, à chacune de ces températures, un état d'équilibre; à 3000°C, la proportion d'oxyde d'azote dans le mélange n'est pas moindre de 5 pour 100.

« On admet qu'à chaque température correspond incessamment la formation et la décomposition de l'oxyde d'azote (AzO) dont le résultat est de maintenir constante, dans le mélange des gaz, la proportion de ce composé.

« Si le mélange gazeux qui, à la température de 3000°C, renferme 5 pour 100 d'oxyde d'azote, est refroidi *lentement* jusqu'à 500°C, sa teneur en ce gaz diminue avec la température et devient à peu près nulle à 500°C. Si, au contraire, le refroidissement est *brusque*, il se produit ce fait remarquable que le taux de 5 pour 100 se maintient, l'oxyde d'azote n'ayant pas eu le temps de se décomposer, et lorsque la température du gaz s'est abaissée jusqu'à 500°C, ses modifications se produisent si extraordinairement lentement que les 5 pour 100 d'oxyde d'azote persistent finalement.

« Un semblable refroidissement instantané de l'air fortement échauffé se produit dans notre four. De ce que nous avons dit précédemment, résulte cependant que l'oxyde d'azote doit avoir dans l'arc un haut degré de concentration qui explique comment, après sa dilution, il renferme encore le nombre notable de milligrammes que nous avons constaté. En effet, pendant le fonctionnement du four durant plusieurs jours, la température des gaz à la sortie étant maintenue à 700°C, la production en acide nitrique (AzO^3H) a été à 0°C et à 760, de 30 milligrammes par litre de gaz.

« On peut aisément évaluer la teneur en volume de l'oxyde d'azote (AzO) formé dans l'arc lumineux, en admettant, pour sa température, 3000°C et en appliquant à sa composition les nombres que le professeur Nernst, par exemple, a donnés sur la concentration de l'oxyde d'azote à différentes températures.

« Une teneur de 30 milligrammes d'AzO^3H par litre de gaz, correspond à un volume de 1,06 pour 100 d'AzO, dans les gaz sortant du four, représentant 4,58 pour 100 d'AzO, en volume, dans la flamme de l'arc.

« Pour une température *absolue* de 3200°C, Nernst a mesuré une teneur d'oxyde d'azote d'environ 5 pour 100 en volume. Par le calcul, il a trouvé 4,4, valeurs correspondant très bien au 4,58 pour 100 en volume, que nous avons établi.

« Nos fours donnent donc le plus haut rendement

[1] *Norsk Salpeterindustri, på grundlag of Birkeland-Eyde's electrokemische proces ai KR Birkeland og S. Eyde* (*Norsk Tidsskrift for haandværk og industri og Teknisk ugeblad.* Kristiania, 1905).

[2] Les gaz directement électrisés suivent la direction de l'étincelle avec une vitesse de 100 m:s au moins et traversent l'air froid environnant qui, très souvent, reste à une température bien inférieure.

qu'on puisse, d'après Nernst, atteindre théoriquement dans une flamme à 3000° C. »

Ce four, élément fondamental de la découverte de Birkeland et Eyde, une fois imaginé et construit, ne constituait qu'une partie de l'invention; il fallait, en effet, imaginer et réaliser une méthode et des appareils d'absorption capables de recueillir l'oxyde d'azote formé dans l'arc lumineux du four et de le transformer, avec le rendement le plus élevé possible, en acide nitrique. Ce n'était pas là chose facile, étant donné la quantité minime d'oxyde d'azote que renferme l'air sortant des fours, de retenir cet oxyde d'azote dilué dans un volume d'air énorme. Il fallait aussi le transformer en acide nitrique et le concentrer de manière à en rendre l'emploi possible.

Grâce à l'habileté et à la persévérance des deux savants norvégiens, le problème a reçu une solution complète. Depuis le mois de mai 1905, la production d'acide nitrique par la combinaison des éléments de l'air, la récolte de cet acide et sa transformation en nitrate de chaux sont devenues industrielles à l'usine de Notodden, dont il nous reste à faire connaître, à grands traits, l'agencement, le fonctionnement et les produits.

(*A suivre.*) A. Z.

BATTERIES-TAMPONS ET SURVOLTEURS

Le but principal d'une batterie-tampon est d'assurer autant que possible la constance de la puissance des moteurs actionnant les génératrices de l'usine, la batterie se chargeant quand la puissance fournie à la ligne est inférieure à la moyenne, et se déchargeant, c'est-à-dire venant en aide aux moteurs, quand la charge en ligne est supérieure à la moyenne. La batterie-tampon peut en outre servir de réserve.

La tension aux bornes d'une batterie est très variable, elle dépend non seulement de la direction du courant circulant (charge ou décharge), mais bien encore de l'intensité de ce courant ainsi que de l'état de la charge ou de la décharge de la batterie. Pour des régimes moyens, la tension à la charge peut varier de 2,1 à 2,5 v par élément et la tension à la décharge entre 1,95 et 1,8 v par élément : la variation totale peut donc atteindre 0,7 v par élément.

Dans les installations à courant continu pour lumière, dans lesquelles il est important de maintenir la tension de distribution aussi constante que possible et où n'interviennent pas de variations brusques de la charge du réseau, on peut se servir d'*éléments de réduction*, ce qui permet de faire varier le nombre d'éléments branchés sur le réseau et de maintenir la tension pratiquement constante; l'emploi de ce système présente un inconvénient au point de vue de l'entretien de la batterie, car on n'est jamais sûr que tous les éléments ont travaillé également.

Quand la consommation du réseau peut varier très brusquement, par exemple dans le cas d'une installation de traction, on ne peut plus employer le système d'éléments de réduction.

Dans le cas où la tension n'a pas besoin d'être maintenue bien constante, on peut disposer tout simplement une batterie d'accumulateurs en parallèle avec la génératrice excitée en dérivation.

En employant une génératrice à très forte réaction d'induit, on arrive à faire supporter les variations de charge du réseau principalement à la batterie. En outre, la tension dans le réseau varie beaucoup; plus la consommation de ce dernier augmente, plus la tension baisse.

Un moyen de réduire beaucoup ou même d'annuler pratiquement les variations de la charge de la génératrice, est de disposer dans le circuit de la batterie une dynamo actionnée à vitesse constante par un moteur quelconque (électrique ou autre) venant, au moment voulu, ajouter sa tension à celle de la batterie pour en faciliter la décharge, c'est-à-dire agissant alors comme *survolteur* et au besoin agissant comme *dévolteur*, c'est-à-dire ajoutant à certains moments sa tension à celle de la génératrice pour charger la batterie.

La dynamo survoltrice peut être excitée directement ou être excitée par l'intermédiaire d'une excitatrice auxiliaire actionnée par le même moteur.

L'excitation du survolteur ou de son excitatrice, peut être assurée de diverses manières :

1° Par un enroulement parcouru par le courant de charge ou de décharge (A, fig. 1);

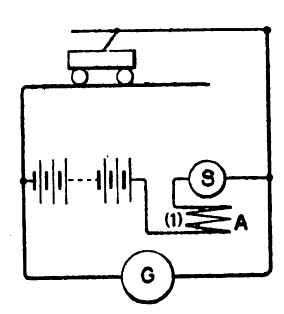


Fig. 1. — Survolteur dévolteur à circuit unique simple.

2° Par un courant dérivé des bornes de la batterie (enroulement B, fig. 2);

3° Par un courant dérivé des bornes de la génératrice (enroulement C, fig. 2);

4° Par le courant de ligne (bobine D, fig. 2) ou par un courant d'intensité proportionnelle dérivé des bornes *a* et *b* d'une résistance intercalée dans la ligne;

5° Par le courant de la génératrice (bobine F, fig. 2) ou par un courant d'intensité dérivé des bornes *c* et *d* d'une résistance intercalée en *ab*;

6° Par l'un ou l'autre de ces circuits dérivés dans lequel est intercalée une dynamo auxiliaire tournant à

vitesse constante, c'est-à-dire par un circuit différentiel.

On peut classer les survolteurs, suivant leur mode d'excitation (ou celui de leurs excitatrices) : 1° en survolteurs *à circuit d'excitation unique*; 2° en survolteurs *à circuits d'excitations multiples.*

Pour que le survolteur puisse également fonctionner comme dévolteur, il faut que son flux magnétique s'inverse, c'est-à-dire que s'il est muni d'un circuit d'excitation unique, il faut que le courant puisse s'y inverser. On peut donc diviser les survolteurs à circuit d'excitation unique en deux catégories :

a. Les survolteurs; *b.* les survolteurs-dévolteurs.

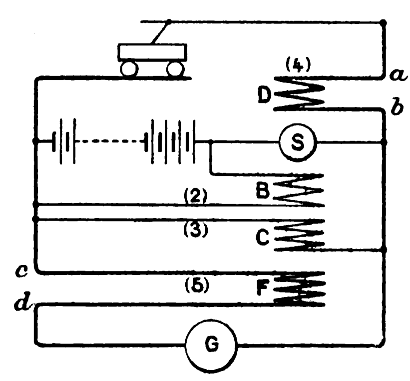


Fig. 2. — Schéma des divers modes d'excitation.

Survolteurs. — En excitant la génératrice auxiliaire par l'un des circuits 2 (bobine B), 3 (bobine C), 4 (bobine D), ou 5 (bobine F), elle ne fonctionne que comme survolteur, c'est-à-dire qu'elle ajoute toujours sa tension à celle de la batterie.

La seule application pratique de ce genre de survolteur est décrite dans un brevet américain de 1899, pris par *M. Mailloux*, un Français établi en Amérique; la bobine excitatrice du survolteur étant parcourue par le courant de ligne (fig. 3).

Dans ce système la batterie comporte un nombre d'éléments assez restreint pour qu'elle se charge quand la ligne est parcourue par un faible courant; pour une charge moyenne de la ligne on s'arrange pour que la tension de la batterie ajoutée à celle du survolteur équilibre la tension de la génératrice.

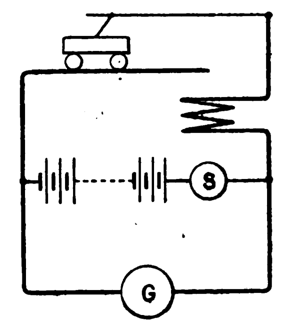


Fig. 3. — Survolteur Mailloux.

Le réglage est très bon, la dynamo génératrice peut être compound et ce système peut être employé dans le cas d'une distribution de lumière.

Survolteur-dévolteur à circuit d'excitation unique. — Si l'on emploie directement un des circuits énumérés plus haut, sans y disposer de dynamo auxiliaire, il n'y a que le circuit n° 1 (bobine A) parcouru par les courants de charge et de décharge, dans lequel le sens du courant s'inverse.

Dans ce cas (fig. 1) la tension aux bornes de la dynamo génératrice varie légèrement et on détermine le nombre d'éléments de la batterie de manière qu'au repos sa tension soit égale à la tension de la dynamo correspondant à la charge moyenne du réseau. Si la charge du réseau augmente, le débit de la génératrice croît, de sorte que sa tension baisse légèrement, et la batterie commence à se décharger. Ce courant de décharge excite le survolteur qui entre en action et ajoute sa tension à celle de la batterie. Dans le cas où le courant de la ligne est inférieur à la moyenne, la tension de la génératrice s'élève, la batterie se charge et l'appareil régulateur fonctionne comme dévolteur. En somme, l'action est absolument la même que dans le cas d'une batterie sans survolteur, mais le réglage est plus sensible et les variations de tension et de charge de la génératrice beaucoup moins grandes.

Si on veut employer pour l'excitation un des autres circuits indiqués, il faut soit y intercaler une dynamo auxiliaire, on a alors un circuit d'excitation unique différentiel, soit employer un dispositif faisant varier le sens du courant (système Thury) dans ce circuit.

On peut donc employer le dispositif de dynamo (n° 6) placée dans l'un quelconque des circuits; deux types sont employés dans la pratique, l'un dû à M. Highfield et l'autre à M. Chamberlain.

Le *dispositif Highfield* (fig. 4) utilise le circuit branché aux bornes de la batterie (n° 2, bobine B) et la dynamo auxiliaire branchée dans ce circuit est excitée en dérivation, ou compoundée, de sorte que sa tension est pratiquement constante. Le réglage de la tension est tel qu'elle équilibre la tension de la batterie à l'état de repos. Dès qu'à la charge ou à la décharge de la batterie sa tension varie, les tensions diffèrent et un courant circule dans le circuit d'excitation du survolteur-dévolteur qui entre en action dans le sens voulu.

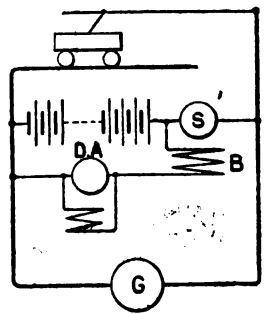


Fig. 4. — Système Highfield simple.

Dans ce système, la tension de la dynamo génératrice doit varier légèrement; en pratique on ne l'emploie qu'avec des excitations multiples, comme on le verra lors de l'étude de ce genre de survolteurs.

Le *dispositif Chamberlain* (fig. 5) est tout à fait analogue à celui de Highfield, mais la dynamo auxiliaire, au

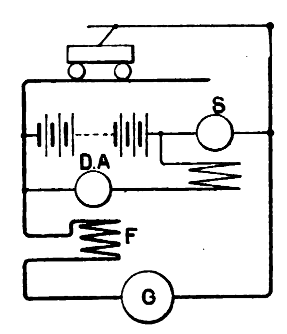


Fig. 5. — Système Chamberlain.

lieu d'avoir une excitation fixe, a un circuit d'excitation parcouru par le courant de la génératrice (ou par une dérivation de ce courant). On règle les excitations pour que l'équilibre des tensions ait lieu pour la charge moyenne de la génératrice.

Ce dispositif peut être employé dans le cas où la tension aux bornes de la génératrice est constante, mais la charge de cette dernière dont dépend le réglage est forcément un peu variable.

En disposant l'excitation de la dynamo auxiliaire de manière qu'elle soit proportionnelle au courant de ligne (fig. 6) on pourrait maintenir la charge de la génératrice

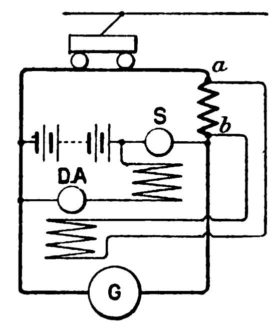


Fig. 6. — Système proposé par M. Liebenow.

pratiquement constante, ainsi que sa tension aux bornes. M. Liebenow dans une conférence qu'il a faite à la Société électrotechnique de Dresde, à laquelle nous avons emprunté du reste divers renseignements, propose l'emploi d'une dynamo auxiliaire dont l'excitation dépendrait à la fois du courant de ligne et de celui de la génératrice.

Système Thury. — Le survolteur-dévolteur a son enroulement d'excitation branché aux bornes de la génératrice et un appareil régulateur spécial fait varier et inverser le courant d'excitation afin d'obtenir le réglage.

Le régulateur est actionné par l'intermédiaire d'un voltmètre à contacts, qui peut être branché aux bornes de la génératrice, c'est-à-dire influencé par les variations de tension, ou bien branché aux bornes d'une résistance placée dans le réseau (*ab*, fig. 2) c'est-à-dire influencé par les variations de charge du réseau, de sorte que la tension de la génératrice peut être maintenue constante. La figure 7 donne le schéma du système Thury avec voltmètre à contact branché sur la ligne.

Quand la tension aux bornes du voltmètre à contacts dépasse la valeur normale, un circuit est fermé et pro-

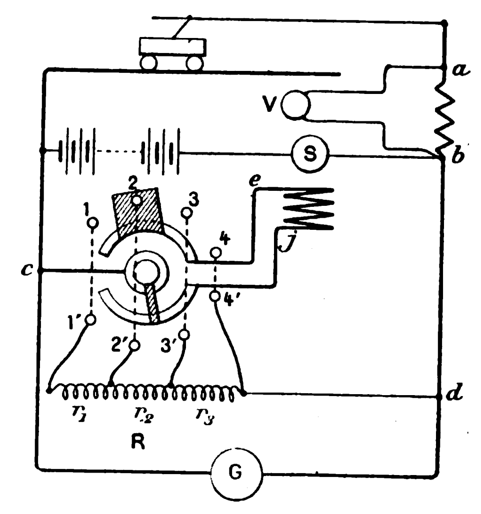


Fig. 7. — Système Thury.

voque la rotation de la manivelle du régulateur dans un sens, tandis que, quand cette tension est inférieure à la normale, un autre circuit est fermé qui provoque la rotation de la manivelle en sens inverse; quand la tension aux bornes du voltmètre a la valeur normale, la manivelle du régulateur est immobile.

Le régulateur comporte un cercle en cuivre concentrique à l'axe de sa manivelle relié au point *b* du circuit, et deux demi-cercles en cuivre A et B reliés respectivement aux extrémités de la bobine d'excitation du survolteur, *e* et *f*. Le point *d* du circuit est relié à un conducteur ayant une résistance *R* subdivisée en un grand nombre de portions r_1, r_2, r_3. dont les extrémités sont respectivement reliées aux plots 1 — 1', 2 — 2', 3 — 3', 4 — 4', disposés symétriquement autour de l'axe de la manivelle.

Supposons que la consommation de la ligne étant plus élevée que la normale, le voltmètre à contacts ferme un circuit, qui fait tourner la manivelle du régulateur dans le sens des aiguilles d'une montre. Cette manivelle porte deux frotteurs dont l'un relie les plots à l'un des secteurs A ou B et dont l'autre relie le cercle en cuivre au secteur B ou A.

Dans la position indiquée sur le schéma (fig. 7) un des plots 1, 2, 3, 4 est relié à A, tandis que le cercle est relié à B, de sorte que le courant d'excitation a le sens C, B, *fe*, A 2, r_2 et r_3, *d* et les résistances r_2 et r_3 sont intercalées dans le circuit d'excitation.

Le frotteur est constamment en contact au moins avec un des plots 1, 2, 3, 4 de manière que le courant d'excitation ne soit jamais interrompu. Quand ce frotteur est

sur le plot 4, il n'y a aucune résistance intercalée dans le circuit d'excitation, tandis que, quand il est sur le plot 1, la résistance de ce circuit est maximum.

Quand le courant de ligne est inférieur à sa valeur normale, le voltmètre ferme un circuit dont le courant provoque la rotation de la manette du régulateur dans le sens inverse de celui des aiguilles d'une montre. Dans ce cas, le courant d'excitation est interrompu quand le frotteur quitte le plot 1, c'est-à-dire au moment de son minimum. Le mouvement en sens inverse des aiguilles d'une montre continuant, le plot 1′ est relié au secteur B et le secteur A au cercle, de sorte que le courant inducteur est renversé, il circule alors dans le sens C, e, f, d, et la résistance maximum est intercalée dans le circuit. Si la consommation en ligne continue a été moindre que la consommation moyenne, le voltmètre continue à fermer le circuit dont le courant provoque la rotation de la manivelle du régulateur dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, de sorte que le frotteur passe successivement sur les plots 2′, 3′, etc., ce qui fait diminuer la résistance du circuit d'excitation et la batterie se charge de plus en plus.

L'action de ce genre de survolteur est un peu plus lente que celle des appareils ne comportant aucun mécanisme; par contre en subdivisant la résistance R en un grand nombre de parties r_1, r_2, etc., on peut arriver à maintenir la tension entre les limites que l'on veut; ce système s'applique donc particulièrement bien aux distributions d'énergie.

Survolteurs à circuits d'excitation multiples. — Le survolteur ou son excitatrice comporte toujours au moins deux circuits d'excitation dont les ampères-tours sont opposés et se font équilibre lors de la charge moyenne du réseau; le sens de l'excitation peut donc varier de sorte que l'appareil peut toujours fonctionner comme dévolteur (c'est-à-dire provoquer la charge de la batterie).

Quand l'excitation dépend soit du courant de ligne, soit du courant de la génératrice, la tension aux bornes de cette dernière peut être maintenue constante, on peut alors utiliser une génératrice compound.

Il y a naturellement un très grand nombre de combinaisons possibles pour l'excitation qui comporte au moins deux circuits, mais qui peut au besoin en avoir trois ou même plus. Parmi les dispositifs employés on peut citer les suivants :

Système Jacob. — M. Jacob, ingénieur de la Société anglaise Tudor, a imaginé un système qui permet de faire varier la valeur de la charge normale du réseau pour laquelle la batterie ne fonctionne pas; dans le système Jacob, le réglage a lieu par suite des faibles variations de tension dans le réseau.

L'excitation du survolteur se fait au moyen d'un enroulement série (fig. 1) et d'un enroulement parcouru par un courant dérivé sur le réseau (fig. 8). Le fonctionnement a donc lieu comme dans le cas de l'excitation unique décrite et l'excitation branchée sur le réseau peut exercer son action dans un sens ou dans l'autre par la manœuvre d'un commutateur.

Ce système est employé au chemin de fer électrique de Liverpool à Southport qui a une longueur de 37 km La

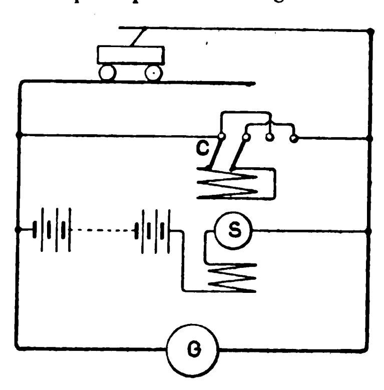


Fig. 8. — Système Jacob.

station centrale fournit du courant triphasé à 7500 v qui est transformé en courant continu à 600 v dans quatre sous-stations réparties le long de la ligne. Ces sous-stations ne comportent pas de batteries, mais cinq de ces dernières sont placées en divers points du réseau secondaire et munies chacune du dispositif Jacob.

Ces batteries ne servent pas seulement de tampons, mais bien encore de réservoirs d'énergie pour les services surchargés du soir et du matin. En manœuvrant le commutateur on peut faire en sorte que la batterie fournisse du courant quand la charge de la ligne a la valeur moyenne journalière, tandis que pendant le restant de la journée, le commutateur étant dans une autre position, la batterie se charge pendant que la ligne a sa charge moyenne journalière.

M. Mailloux, en 1889, a fait breveter en Amérique le dispositif représenté figure 9, ainsi que celui représenté figure 10, connu en France sous le nom de système Pirani et appliqué aux tramways de Poitiers et de Fontainebleau.

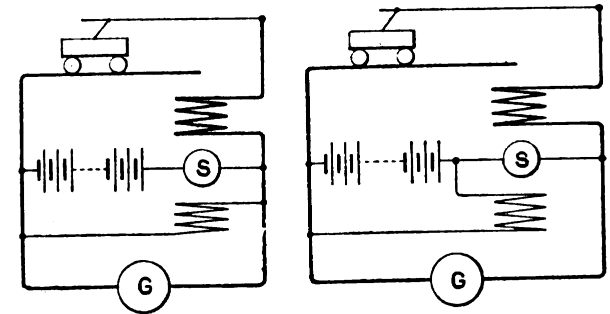


Fig. 9. — Système Mailloux. Fig. 10. — Système Mailloux-Pirani.

Le système Pirani est très sensible et peut être employé dans les distributions de lumière, mais le réglage en est un peu délicat, car il faut que les deux excitations s'équilibrent pour la charge moyenne du réseau et en même temps que la charge de la batterie se fasse à la tension voulue quand la charge du réseau est minimum.

La Société Siemens et Halske, concessionnaire pour l'Allemagne du système Pirani, l'a appliqué légèrement modifié aux tramways de Remscheid.

Le survolteur-dévolteur est muni d'une excitatrice E montée sur le même arbre, et c'est cette excitatrice qui est excitée par les enroulements Pirani (fig. 11). Cette disposition présente les avantages suivants sur celle de Pirani : 1° le réglage est plus facile, car on peut régler une fois pour toutes les excitations à équilibre quand le réseau est moyennement chargé; le réglage de la tension de charge de la batterie pouvant se faire ensuite en faisant varier la résistance intercalée dans le circuit principal de l'excitatrice; 2° comme les excitations sont faibles, on peut n'employer qu'une dérivation faible du courant de ligne et par conséquent intercaler dans la ligne une faible résistance seulement (entre *a* et *b*).

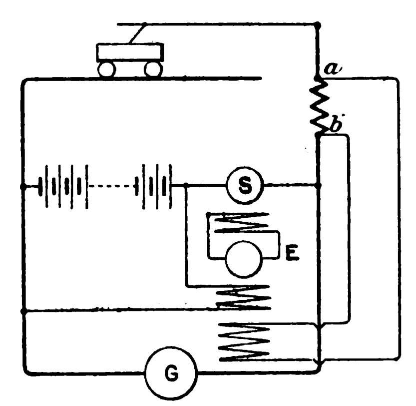


Fig. 11. — Système Pirani-Siemens.

La maison Siemens-Schuckert vient d'appliquer un système analogue dans la distribution à courant continu à 900 v du chemin de fer de Cologne à Bonn, l'enroulement du survolteur est divisé en deux moitiés que l'on place en parallèle pendant le tamponnage, tandis que le soir on achève de charger la batterie. Comme il faut alors une tension plus élevée que pour le tamponnage, on couple les deux enroulements du survolteur en série.

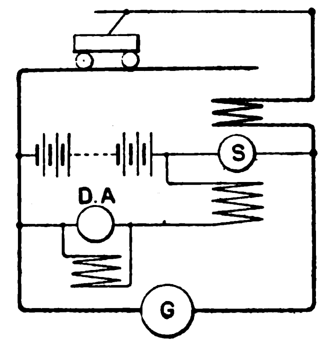


Fig. 12. — Système Highfield perfectionné.

Comme on le fait fréquemment en Angleterre et en Amérique, en munissant l'appareil *Highfield* d'un enroulement d'excitation parcouru par une dérivation du courant de ligne, ou par le courant de ligne entier comme l'indique la figure 12, le réglage a une grande sensibilité et on peut employer une génératrice compound ou même hypercompound.

F. Loppé.

ISOLATEURS A HAUTE TENSION (1)

Il y a quatorze ans seulement la tension de 3000 v était considérée comme déjà très élevée. Au commencement on a employé pour la haute tension les isolateurs à cloche, déjà utilisés pour les lignes à basse tension. Comme matériaux on employait le verre ou la porcelaine ou les deux à la fois. Les résultats économiques des transports d'énergie à haute tension restèrent douteux jusqu'à ces dernières années. Chaque ingénieur s'occupa de la résolution de ces questions et d'innombrables formes de cloches, de couleurs différentes, avec tiges en bois ou en fer, avec dispositifs d'arrêt du fil virent le jour. En 1890 des isolateurs en verre à double cloche de 76 mm de diamètre furent très employés et avec succès en Amérique pour la tension de 3000 v. En Europe, on adopta l'isolateur à huile; cette forme devait être employée pour le transport à 10 000 v de Pomona et San Bernardino en Californie, mais bientôt on s'aperçut de l'inutilité de l'huile. C'est alors qu'apparurent les triples cloches de verre ou de porcelaine. On avait employé en Suisse en 1895 une tension de 13 000 v sur la ligne Hochfelden-Oerlikon et en 1896 en Amérique la tension de 16 000 v; on était encouragé par la réussite des essais de Lauffen-Francfort à 30 000 v en 1891. C'est en 1897 que l'on reconnut que la résistance à la tension disruptive doit résider à la surface vernie de l'isolateur et non dans sa masse, ce qui conduisit à la forme de plusieurs cloches superposées.

En 1898, le transport d'énergie de Provo dans l'Utah à 40 000 v était déjà en service. L'isolateur employé (fig. 1) portait trois anneaux à la partie supérieure afin d'augmenter la résistance superficielle. En 1900, les Compagnies de Bay County et de la Standard Electric, employèrent la tension de 60 000 v et les isolateurs dits en forme de champignon (fig. 2) avaient un diamètre de 305 mm. Une rigole circulaire adaptée à la cloche plate faisait déverser de part et d'autre l'eau de pluie sur la

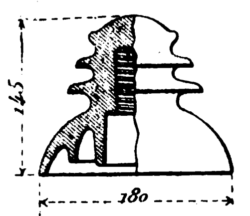


Fig. 1. — Isolateur de l'installation de Provo (Utah) à 40000 v.

(1) Communication de M. A. Converse au *Congrès international d'électricité de Saint-Louis*.

traverse portant l'isolateur, tandis que la tige tout entière était protégée par un fourreau de verre. A l'origine les

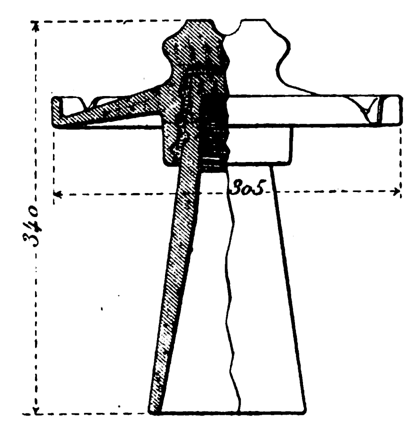


Fig. 2. — Isolateur de l'installation de la Bay County C° à 60000 v.

deux parties étaient reliées au moyen de soufre, plus tard au moyen de ciment.

Beaucoup de types d'isolateurs se comportent très bien au commencement, puis ensuite des dérangements interviennent jusqu'à ce que l'on ait éloigné la partie défectueuse. Il y a en effet des installations où les isolateurs ne sont abîmés que par suite de circonstances extérieures et dans lesquelles la question d'isolateurs à 40 000 v est parfaitement résolue.

La figure 3 représente un isolateur en deux parties de la Missouri River Power C° à Montana pour 55 000 v,

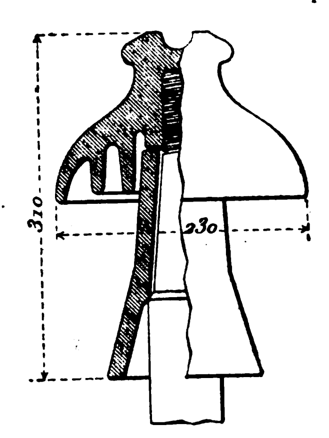


Fig. 3. — Isolateur de la Missouri River à Montana à 55000 v.

employé depuis 1901, la partie inférieure protège la tige en bois.

La Compagnie de Shawinigan Falls emploie pour une tension de 50 000 v l'isolateur représenté sur la figure 4.

La figure 5 représente un isolateur en plusieurs parties employé récemment à Guanajuato (Mexique) pour 60 000 v. Le diamètre est de 360 mm et la tige en acier est creuse, les diverses parties sont reliées au moyen de ciment. Quelques installations à 50 000 et 60 000 v ont adopté la forme représentée figure 6, qui a également un diamètre de 360 mm et pèse 11,5 kg. Certaines Sociétés en ont même exagéré les dimensions,

Les isolateurs ont donc passé d'un diamètre de 76 mm à celui de 360 mm et d'un poids de 0,5 kg à celui

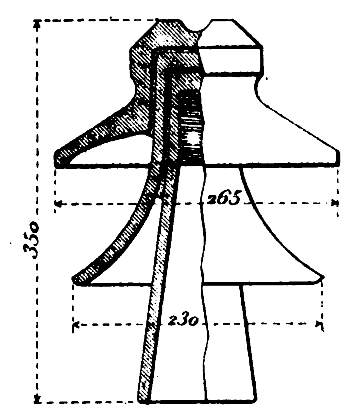


Fig. 4. — Isolateur de Shawinigan Falls à 50000 v.

de 11,5 kg, et leur prix d'achat a passé de quelques centimes à quelques francs. Peut-être arrivera-t-on

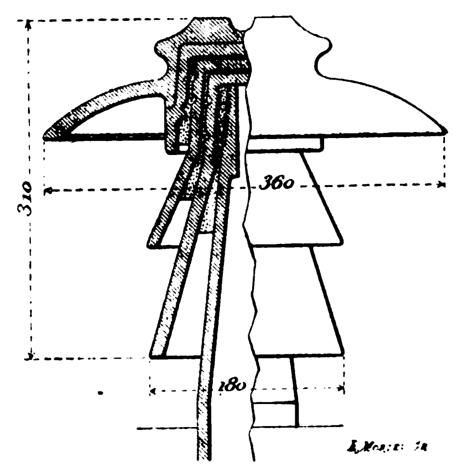


Fig. 5. — Isolateur de Guanajuato (Mexique) à 60000 v.

pour 80 000 v à 500 mm de diamètre et à un poids de 20 à 25 kg. La tendance à employer de très grandes

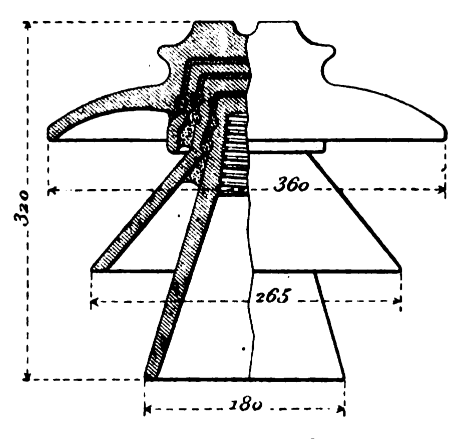


Fig. 6. — Isolateur pour 60000 v.

portées avec des poteaux métalliques, amène à employer des isolateurs très grands ayant une énorme résistance mécanique. Emploiera-t-on de nouveaux matériaux ou

l'industrie du verre ou de la porcelaine relativement nouvelle, se perfectionnera-t-elle?

Les conditions que doit remplir un isolateur à haute tension sont les suivantes :

1° La matière employée doit avoir une grande résistance à la tension disruptive et doit être homogène et compacte;

2° La résistance à la superficie doit être suffisante pour empêcher une déperdition de courant;

3° La distance du fil à la tige doit être assez grande, pour qu'aucun arc ne se forme même dans le cas de surtension;

4° On peut satisfaire aux conditions 2 et 3 par une forme appropriée. La forme ne doit pas conduire à une surface telle que l'humidité, des sels ou de la poussière, etc., puissent y rester. Pour des conditions climatériques favorables, ce désidérata est facile à remplir et les isolateurs peuvent avoir de faibles dimensions. En général on doit employer dans les contrées froides de plus grands isolateurs que dans des contrées chaudes. Sur les côtes du Pacifique les vapeurs salines forcent à employer des isolateurs de formes simples, faciles à nettoyer;

5° La forme et la matière de l'isolateur doivent donner lieu à la capacité électrostatique la plus faible possible;

6° Les pertes de chaleur dues à la conductibilité et à l'hystérésis électrique doivent être insensibles;

7° La résistance mécanique doit dépendre des conditions d'installation.

Les isolateurs sont essayés de la manière suivante :

1° Les têtes des isolateurs renversés sont placées dans de l'eau acidulée avec laquelle le trou qui doit recevoir la tige est rempli, de manière que l'on puisse appliquer la tension d'essai. Les morceaux défectueux se cassent alors avec bruit. Les isolateurs composés de plusieurs parties doivent être essayés deux fois, en premier lieu les diverses parties, puis l'ensemble;

2° La mesure quantitative du courant de surface est difficile dans la pratique. Toute dérivation importante est signalée par un dégagement de chaleur et la formation d'un arc;

3° On choisit un ou deux isolateurs essayés suivant les prescriptions 1 et 2, on y monte les tiges et on les dispose comme s'ils étaient en service en tendant les fils;

4° On imite autant que possible les conditions climatériques, et notamment l'effet de la pluie sous un certain angle avec la verticale.

M. Converse propose l'emploi de l'isolateur représenté figure 7.

La partie supérieure A est vissée à la tige, les parties B et C sont identiques et la partie D repose sur la traverse.

Dans les gorges *e*, *f*, *g* est disposé un mastic isolant. La hauteur totale est de 580 mm et le diamètre de 265 mm.

A l'essai il se forma des arcs entre les points indiqués, aux tensions données.

Isolateur propre et sec : entre A et B, à 144 000 v; entre A, B et D, à 186 000 v; entre A, B, C et D, à 225 000 v.

Isolateur sous l'action de la pluie à 45°, représentant une hauteur d'eau de 19 mm en 5 minutes : entre A et D,

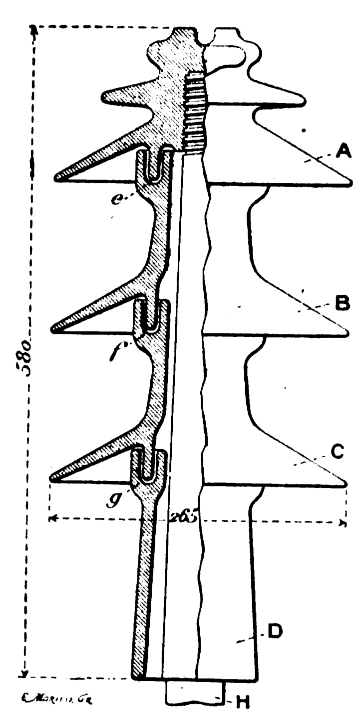


Fig. 7. — Isolateur proposé par M. Converse.

à 118 000 v; entre A, B et D, à 157 000; entre A, B, C et D, à 198 000 v.

Lors de ces essais aucun mastic n'était placé dans les gorges; et l'arc ne manifestait aucune tendance à sauter des diverses pièces vers la tige. La haute tension empêche la poussière d'adhérer au verre ou à la porcelaine et fait rapidement vaporiser l'eau de pluie. En général la perte d'énergie est très faible.

Lors de la discussion de cette conférence, M. Scott dit que les dépenses pour les isolateurs sont très faibles par rapport aux autres dépenses. Elles s'élèvent pour un grand transport américain de 1,50 fr à 2,40 fr par kilowatt, de sorte que les intérêts représentent de 5 à 10 centimes, et même une dépense 10 fois plus élevée ne devrait pas entrer en ligne de compte avec les avantages de l'emploi de bons isolateurs.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La turbine à gaz. — Le développement rapide et tout récent de la turbine à vapeur ainsi que l'emploi de plus en plus grand des machines à gaz et à vapeur pour toutes les applications industrielles est particulièrement fait pour pousser les ingénieurs à perfectionner la turbine à gaz. Ce problème technique paraît moins difficile déjà qu'il y a deux ans, car on signale de tous côtés des

progrès surprenants, en particulier dans la construction de puissants moteurs à gaz. Les perfectionnements du moteur à pétrole et à gaz sont plutôt attribuables à l'ingénieur-mécanicien qu'au chimiste. Le résultat est que nous ne savons pas grand'chose sur la formation des mélanges explosifs dans les cylindres. En perfectionnant la turbine à gaz cette connaissance deviendra beaucoup plus nette. La machine à gaz ordinaire fonctionne sous de très hautes températures. En certains cas, selon M. Atkinson on atteint une température de 1500 à 2000°C. Cette haute température produite par l'explosion du gaz, nécessite quelques mesures de protection. C'est ainsi qu'on a adopté l'emploi d'une circulation d'eau autour du cylindre pour empêcher la destruction du moteur en peu de temps sous l'effet de la température excessive; sans cette enveloppe d'eau on ne peut pas obtenir une bonne lubrification. L'emploi d'une circulation d'eau augmente le prix de la machine à gaz et réduit son rendement. Les ingénieurs estiment que l'eau de refroidissement enlève un cinquième de la chaleur livrée à la machine. Cette perte représente une diminution de rendement qui est contraire aux principes qu'on observe dans les machines à vapeur. Dans la machine à vapeur le cylindre est ordinairement protégé avec des matériaux mauvais conducteurs pour diminuer la perte qui provient de la radiation; tandis que dans la machine à gaz avec radiation rapide elle est produite par la circulation d'eau. Si l'on pouvait éviter ou compenser cette chaleur perdue, on pourrait augmenter singulièrement le rendement de la machine à gaz. Dans la turbine à gaz, d'après ce qu'on peut juger à présent, une enveloppe d'eau est un facteur inutile. On ne peut pas l'adopter pour plusieurs raisons, et jusqu'à ce qu'on ait découvert un procédé pour protéger la machine, la plus haute température à laquelle on peut livrer les gaz aux parties mobiles de la turbine paraît être de 750°C.

En somme, le problème consiste à trouver le moyen de livrer les gaz à peu près aux mêmes températures que dans la machine à gaz sans l'emploi de circulation d'eau. Si on peut y arriver, l'avenir de la turbine à gaz est assuré.

La Compagnie Marconi et l'administration des Postes. — Dernièrement on a discuté à la Chambre des Lords le Bill pour étendre le Wireless Telegraphy Act de 1904. Le texte de ce Bill a provoqué de grandes critiques dans les cercles industriels, en particulier au Lloyd. La raison invoquée pour expliquer l'acte de 1904 (qui défend l'installation ou l'établissement d'un système de télégraphie sans fil dans n'importe quel endroit du Royaume-Uni ou sur n'importe quel bâtiment anglais sans l'autorisation du postmaster General) était que l'on voulait être sûr qu'en temps de guerre, les systèmes de télégraphie sans fil seraient sous le contrôle de l'État. Ce Bill fut introduit à la Chambre des Communes le 18 juillet 1904, et il a été rendu légal par décret royal le 15 août suivant. Cependant le 14 août, l'administration des Postes a passé un traité avec la Compagnie Marconi (traité dans lequel aucune allusion au Bill n'a été faite).

Actuellement on trouve que ce monopole empêche une concurrence libre et que c'est contre les intérêts du pays qu'il a été passé. Les Compagnies Lodge, Muirhead et de Forest annoncent que leurs systèmes ne peuvent pas être dérangés par d'autres systèmes, et elles disent que le système Marconi, qui est peu ou pas protégé, peut être dérangé par des stations étrangères du nord et de l'ouest de l'Europe, et constituerait un danger en temps de guerre.

L'observatoire de Greenwich et la station centrale du London County Council. — Cette station centrale, qui a été construite pour fournir l'énergie électrique aux tramways du London County Council, est exactement sur le méridien de Greenwich et, en conséquence, ses hautes cheminées gênent les observations télescopiques des étoiles dans la direction du nord, non seulement par leur position actuelle, mais aussi par les nuages de fumée surchauffée qui en sortent. Il y a en outre des perturbations plus importantes dues aux machines; quoique l'usine soit distante de 800 m de l'observatoire, les vibrations sont d'une amplitude suffisante pour porter une atteinte sérieuse aux travaux des astronomes, notamment à la détermination du temps moyen à Greenwich et des données qui en dépendent.

Des personnes ignorantes ont proposé de changer l'observatoire de place. Mais il faudrait bien se souvenir qu'avec les centaines de mille tables basées sur les conditions existantes et l'importance des calculs qui résulteraient du changement, spécialement ceux relatifs aux grands intérêts maritimes du pays et la coopération intime entre Greenwich et tous les grands observatoires du monde, le travail de déplacement serait surhumain. Il est amusant de lire que le London County Council a écrit à l'Astronomer Royal lui disant qu'il ne voit pas l'effet qu'a pu produire l'exploitation de sa station sur l'observatoire. Mais un point est bien établi, c'est que s'il y a procès entre le London County Council et l'observatoire, celui-ci a en cette affaire le droit de priorité.

Les bandages de caoutchouc sur les omnibus automobiles. — Une nouvelle roue, appelée le Henwood patent, vient d'être appliquée aux autobus de Londres. Un de ses traits caractéristiques est que la partie du bandage en contact avec le sol est en bois, et le bois est disposé de telle sorte que les fibres du bois sont dirigées perpendiculairement au sol, la circonférence est munie de blocs ressemblants à ceux avec lesquels on pave les rues. On prétend que l'on obtient très peu de bruit et une absence absolue de dérapage. Ce système ne serait guère confortable pour les voyageurs si l'on n'avait prévu la disposition suivante pour un omnibus automobile du poids de 6000 kg voyageurs compris; chacune des roues arrière repose sur douze supports tubulaires en fer, et sur chacun d'eux est scellé un bloc en caoutchouc.

Les roues d'avant reposent sur dix supports en caoutchouc. Il en résulte que les vibrations dues aux mauvaises routes sont absorbées par les blocs en caoutchouc.

C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 18 juin 1906

Application du téléphone et de l'astrolabe Claude-Driencourt à la détermination de la longitude de Brest. — Note de M. E. Guyou. (*Extrait.*) — Il y a un an environ (¹), en informant l'Académie de la création, à l'Observatoire du Bureau des Longitudes, d'un service de distribution de l'heure précise par le téléphone, j'appelais l'attention sur le parti que l'on pourrait tirer de ce nouveau mode de transmission de l'heure pour les déterminations de longitudes.

Une première application vient d'en être faite, par le même Observatoire, avec le concours d'ingénieurs et d'officiers de la Marine et du Service géographique de l'Armée, à une nouvelle détermination de la longitude de Brest.

On a employé pour les transmissions d'heures, deux chronomètres battant la demi-seconde et réglés, l'un sur le temps moyen, l'autre sur le temps sidéral, pour permettre l'application de la méthode des coïncidences. Sur la glace même de chacun des deux instruments était placé un microphone Hughes intercalé dans le primaire d'une bobine d'induction dont les extrémités du secondaire étaient rattachées aux bornes de la ligne téléphonique. Grâce à cette disposition, les observateurs des deux stations pouvaient percevoir les battements des deux chronomètres en conservant la faculté de communiquer verbalement. Une résistance variable introduite dans le primaire de la station où l'on voulait effectuer les comparaisons permettait à l'observateur d'égaliser les battements de son instrument avec ceux de l'instrument de l'autre station.

L'observateur entendait ainsi les deux battements de la même oreille et avec la même intensité; il pouvait, par suite, saisir les coïncidences avec une précision beaucoup plus grande qu'en comparant les battements reçus par le téléphone dans une oreille avec ceux perçus directement par l'autre.

Deux observateurs munis de récepteurs opéraient dans chaque station; ceux de Paris prenaient d'abord une comparaison de leur chronomètre avec celui de Brest. Ceux de Brest faisaient ensuite la comparaison inverse. Enfin les observateurs de Paris recommençaient l'opération de manière à intercaler les résultats de Brest entre ceux de Paris afin de permettre de ramener, par interpolation, les comparaisons de Paris à l'instant de celles de Brest sans recourir à d'autres données. Les intervalles entre les deux comparaisons de Paris ont varié de 12 à 40 minutes. (Suit le détail des expériences.)

L'ensemble des résultats des expériences montre que la nouvelle méthode permet d'effectuer les transmissions d'heure à moins d'un centième de seconde; elle n'exige d'ailleurs que des appareils et des opérations très simples. Elle est donc aussi remarquable par sa précision que par la commodité de son emploi, et sera sans doute substituée d'une manière générale à la méthode télégraphique pour toutes les déterminations de longitudes auxquelles elle sera applicable.

(¹) *Comptes rendus*, 29 mai 1905.

Séance du 25 juin 1906.

Asclépiadées nouvelles de Madagascar produisant du caoutchouc. — Note de MM. J. Costantin et I. Gallaud, présentée par M. Edmond Perrier. — M. Geay, voyageur du Muséum, qui parcourt en ce moment Madagascar, nous a adressé, entre autres documents, des échantillons complets de tiges, feuilles, fleurs et fruits, secs et conservés dans l'alcool, appartenant à deux Asclépiadées nouvelles dont le latex fournit du caoutchouc (¹). Ces deux plantes très abondantes dans les plaines alluviales de l'ouest et du sud-ouest de Madagascar, où elles sont distinguées sous les noms de *Kompitsé* et de *Dangolora*, sont deux lianes sarmenteuses d'exploitation facile d'où les indigènes retirent du caoutchouc. Ce produit soumis à l'appréciation de techniciens, notamment de M. Michelin, a été reconnu « utilisable et de bonne qualité moyenne ». Il est donc utile de faire connaître ces plantes qui jusqu'à présent n'ont pas encore été signalées et qui pourront prendre de l'importance dans l'exploitation de notre colonie.

Kompitsé. — C'est une liane sarmenteuse, formant souvent buisson, appartenant au groupe des *Périplocées*; elle constitue un genre nouveau et une espèce nouvelle pour laquelle nous proposons le nom de *Kompitsia elastica* :

Feuilles opposées, à limbe quelquefois arrondi dans les feuilles de base des rameaux mais le plus souvent étroit, allongé, de 7 cm de long sur 1 cm de large en moyenne, aigu au sommet et rétréci en coin à la base sur un court pétiole de quelques millimètres.

Inflorescences terminales ou axillaires, *en cymes bipares, régulières, bien fournies.* Calice vert à 5 dents étroites, *recourbées en dehors vers la base de la fleur.* Corolle rose à 5 dents étroites, allongées, de couleur plus vive que le tube, tordues dans le bouton, recouvrant à droite et formant ainsi un bec allongé. Les dents de la corolle étalée ont 1 cm de long, 3 mm de largeur médiane et surmontent un tube

(¹) On ne connaît à Madagascar que trois Asclépiadées donnant du caoutchouc. Ce sont : le *Cryptostegia madagascariensis*, le *Marsdenia verrucosa* et un *Secamone* (*vahimainty*) signalé par M. Jumelle (*Journal du caoutchouc et de la gutta-percha*. 15 juillet 1905).

corollaire court, *présentant 5 renflements ovalaires correspondant aux dents*. Coronule *simple*, formée de 5 dents *triangulaires, saillantes à la gorge* et s'insérant dans les échancrures de la corolle sur une *base élargie par deux oreillettes latérales*. Filets staminaux soudés à la corolle depuis la base et ne s'en détachant que sur une faible longueur. Anthères allongées, pourvues de deux auricules à la base. Pollen en tétrades. Translateurs sans rétinacle, en forme de gouttière allongée avec partie terminale d'abord étranglée puis étalée en pelle. Pistil caché dans le tube sous les dents de la coronule; style renflé en massue, *pourvu de 5 saillies entre lesquelles sont pincés les translateurs*; tête stigmatique conique courte. Fruit formé de 2 carpelles non soudés, dans le prolongement l'un de l'autre à maturité complète, à surface glabre, *pourvu de côtes longitudinales*; dimensions d'un carpelle : 70 mm sur 5 mm. Graines à aigrette caduque, couvertes de fins tubercules brun cacao et présentant un sillon longitudinal; dans le fruit elles sont rangées en deux séries séparées par une lame parcheminée [1].

Un certain nombre de ces caractères sont ceux des genres *Cryptolepis*, *Stomatostemma* et *Raphiacme*. Toutefois dans le *Kompitsé* le calice, le tube de la corolle et surtout la coronule sont de forme différente, ce qui nous paraît justifier la création d'un genre nouveau pour cette plante. Elle donne un latex abondant renfermant du caoutchouc, mais d'ordinaire les indigènes le mélangent au latex de l'autre Asclépiadée, le *Dangolora*, que nous décrirons prochainement et qui est voisine du genre *Marsdenia*. Le mélange du latex des deux plantes donne le caoutchouc connu à Madagascar sous le nom de *Manomby*.

Recherches sur l'électricité animale. — Note de MM. Girard et Victor Henri, présentée par M. Dastre. (Voy. les *Comptes rendus*.)

Sur les trajectoires des corpuscules électriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre, avec application aux aurores boréales et aux perturbations magnétiques. — Note de M. Carl Störmer, présentée par M. H. Poincaré. (Voy. les *Comptes rendus*.)

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

Séance du 15 juin 1900.

Les analyses électrolytiques. — M. A. Hollard dit que l'analyse électrolytique doit être étudiée, non pas dans le but d'en faire une science à part qui se suffise à elle-même, mais avec l'intention d'arriver à des procédés précis et simples là où l'analyse pondérale ou volumétrique laisse à désirer. C'est le programme que M. Hollard a toujours suivi.

Pour arriver à des résultats pratiques il faut savoir *orienter* ses recherches au moyen de principes qui se préciseront à mesure que les découvertes se succéderont : on constituera ainsi une théorie capable d'interpréter les phénomènes acquis et susceptible de faire prévoir de nouveaux résultats.

A l'aide de cette théorie, M. Hollard indique le rôle que doivent jouer l'intensité et la densité du courant, ainsi que la tension électrique. Puis il indique les principes qui le dirigent dans la séparation des métaux les uns d'avec les autres.

Un premier procédé de séparation des métaux est basé sur leurs propriétés de pouvoir ou de ne pas pouvoir se déposer en solution fortement acide.

Un deuxième procédé de séparation est basé sur la propriété qu'ont certains métaux de ne plus pouvoir se déposer électrolytiquement lorsqu'ils sont engagés dans des sels *complexes*; ces métaux restent alors seuls dans le bain.

Le dégagement aux électrodes des gaz hydrogène et oxygène entrave un grand nombre de séparations. Ce dégagement a pu être évité par un certain nombre de procédés :

1° Emploi de cathodes recouvertes d'étain, de cadmium ou de plomb. Application : séparation du cadmium et du zinc;

2° Addition au bain d'acide sulfureux qui s'oxyde aux dépens de l'oxygène et empêche ainsi l'oxygène de se dégager;

3° Emploi d'anodes solubles. Applications : séparation de l'argent d'avec le cuivre, du nickel d'avec le zinc.

Enfin un certain nombre de métaux, et beaucoup plus qu'on ne le croit, peuvent se déposer sur l'anode à l'état de peroxydes et superoxydes. De là un procédé commode de séparation.

M. Hollard termine en disant qu'il est arrivé à pouvoir déposer sur les électrodes, dans un grand nombre de cas, des quantités illimitées de métal. C'est là une ressource très précieuse lorsqu'il s'agit de séparer ce métal d'avec des éléments (impuretés ou corps ajoutés intentionnellement) qui s'y trouvent noyés en proportions minimes, car après l'électrolyse, ces éléments restent seuls dans le bain et peuvent correspondre à une quantité de métal aussi grande qu'on le désire, conditions très favorables à la simplicité et à la précision du dosage de ces éléments.

M. L. Guillet fait observer que de cette communication on peut conclure que l'analyse électrolytique est devenue une méthode analytique pratiquement industrielle. En effet, elle permet le dosage de la plupart des métaux à moins de 0,1 pour 100 près, elle est facile à mettre en jeu, puisque, actuellement, grâce aux méthodes et appareils Hollard, on arrive dans les laboratoires à faire faire des dosages électrolytiques par de simples manœuvres; enfin, point très important en industrie, elle est d'un prix de revient très faible. L'analyse électrolytique est

[1] Le Muséum vient de recevoir de M. de Vilmorin, sous le nom de *Kopitso*, des graines dépourvues d'aigrette qui ressemblent de façon frappante à nos graines de *Kompitsé*, lorsque l'aigrette est tombée. Elles ont été mises en culture dans les serres du Muséum pour vérifier leur identité.

donc bien une méthode industrielle et c'est aux recherches de M. Hollard qu'on le doit.

Cette méthode est-elle perfectible? M. Guillet a fait essayer la méthode des cathodes rotatives employées en Allemagne et en Amérique : d'après lui ces méthodes présentent des avantages par rapport aux anciennes méthodes, mais non par rapport à celles de M. Hollard. M. Guillet signale qu'il a été décrit, il y a quelques jours, une méthode intéressante consistant à électrolyser directement les chlorures en présence d'un hydro-carbure qui absorbe au fur et à mesure le chlore. Ceci évite de transformer les chlorures en sulfate, le chlore n'attaquant plus les électrodes.

M. A. Hollard ne peut pas se prononcer sur la valeur de cette méthode; il craint que l'emploi des hydro-carbures ne donne lieu à des dépôts de carbone combiné.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 4 juillet 1906.

Aussitôt après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Tissot sur **Les méthodes de mesure dans la télégraphie sans fil**. M. Tissot montre qu'un oscillateur et un résonateur sont définis quand on en connaît les éléments, c'est-à-dire la période et l'amortissement; il indique l'influence exercée par ces divers éléments, c'est ainsi que l'échange d'énergie passe par un maximum pour une certaine disposition des circuits en présence.

Lorsqu'on se trouve au maximum d'échange, on dit que les deux circuits sont accordés. La première condition à remplir pour arriver à ce résultat, consiste à rendre les périodes égales, on est donc conduit à déterminer les périodes propres de chaque circuit. Ce problème est résolu à l'aide des *ondemètres* ou mesureurs de périodes dont le principe est le suivant : on constitue un système dont on peut connaître la période propre et on l'accorde avec l'excitateur à étudier, on en déduit par la mesure des constantes la valeur de la période.

Le résonateur que l'on emploie dans ce but est ou bien un résonateur ouvert ou un résonateur fermé, le premier s'obtient en excitant un conducteur isolé à une de ses extrémités et relié à la terre par l'autre, il vibre comme un tuyau fermé, il se forme un ventre à la base et un nœud au sommet. Si au lieu d'un simple fil on prend un solénoïde à spires très serrées, on constate qu'il vibre de la même façon que le fil, la seule différence est que dans le solénoïde la vitesse de propagation est très ralentie et on peut la mesurer. Pour opérer on emploie un solénoïde avec une antenne filiforme et par le calcul on en déduit la période de l'antenne. Pour mettre le solénoïde en résonance, il suffit d'en faire varier la longueur; on mesure ensuite au laboratoire les constantes de ce solénoïde, ce qui permet de calculer la période de l'antenne.

En pratique cette méthode est d'un emploi délicat, car les constantes sont difficiles à évaluer exactement, des corrections doivent être introduites. Mieux vaut, comme le conseille M. Flemming, étalonner le solénoïde avec des ondes de période connue. Pour déterminer dans ce cas les nœuds et les ventres, M. Flemming emploie un tube à vide que l'on déplace au-dessus du solénoïde, ce tube brille d'un vif éclat lorsqu'il se trouve à un ventre.

Au lieu de prendre comme résonateur un circuit ouvert, on peut prendre un circuit fermé dont on fait varier seulement la capacité en laissant la self invariable. On a d'après lord Kelvin $T = 2\pi\sqrt{LC}$. M. Tissot prend un cadre rectangulaire en fil de dimensions géométriques bien déterminées permettant par conséquent d'en calculer la self L avec exactitude et des condensateurs de capacité variable. On intercale un détecteur formé le plus souvent d'un ampèremètre thermique peu résistant ou, si l'on veut une plus grande sensibilité, on intercale un fil fin de platine et sur le fil une soudure thermo-électrique; quand la déviation passe par un maximum, le système est en résonance, il suffit de lire C pour déterminer T par la formule précédente. Le deuxième facteur intéressant à connaître est l'amortissement. Les procédés employés en télégraphie sans fil pour le mesurer sont basés sur l'utilisation de la courbe de résonance.

Pour tracer cette courbe on se sert du résonateur fermé, on porte en abscisses les racines carrées des capacités et en ordonnées les carrés des intensités correspondantes. M. Tissot en plus de cette méthode en a appliqué une autre qui lui est propre, applicable à grande distance.

M. le Président remercie M. Tissot de son intéressant exposé qui ne représente cependant qu'une faible partie des nombreux travaux de M. Tissot sur la question, et donne la parole à M. Grosselin pour sa communication sur les **Mesures de sécurité à conseiller pour l'exploitation des réseaux à courant alternatif.**

Il résulte des discussions qui ont eu lieu devant la Société que les surtensions sont dues à trois causes bien distinctes :

1° La résonance des harmoniques;

2° Les perturbations par manœuvres d'interrupteurs ou par les extinctions de courts-circuits;

3° Les décharges ou influences atmosphériques.

Le premier cas de résonance des harmoniques est assez rare, c'est surtout sur les réseaux de faible développement qu'il s'est présenté, le remède consiste à supprimer les harmoniques des alternateurs ou à atténuer leurs effets par l'emploi de limiteurs, vraies soupapes de sûreté.

Les perturbations brusques, en particulier celles dues à la fermeture d'un interrupteur, peuvent arriver à doubler la tension de régime, mais il faut pour cela réunir un concours de circonstances heureusement difficile à obtenir en pratique. On recommande cependant de ne jamais fermer un interrupteur sur un câble à vide ou

si on le fait de passer par l'intermédiaire d'un rhéostat comme si l'on voulait faire un démarrage.

Le cas le plus défavorable est l'ouverture d'un interrupteur à l'extrémité d'une ligne opposée à un alternateur. Le résultat dépend de la valeur de l'intensité du courant au moment de la rupture et à ce sujet les ruptures lentes sont toujours préférables aux ruptures brusques.

L'extinction de court-circuits est la cause la plus fréquente des accidents, mais comme la valeur de l'énergie oscillante au moment du court-circuit ne dépend que de la self, on a donc intérêt à augmenter la capacité qui la combattra.

Les décharges atmosphériques sont aussi des sources d'ennuis, il faut les dévier à la terre par une faible résistance non inductive. M. Dusaugey à ce sujet est partisan de la simplification des lignes, il recommande de ne mettre de parafoudres qu'à l'usine, aux têtes de câbles, centres de distribution, etc., mais pas sur les lignes.

Les parafoudres destinés à arrêter les fortes décharges doivent avoir une bonne terre (plaque de cuivre dans coke toujours mouillé), le fil de terre sera aussi droit et aussi court que possible, ces parafoudres devront être réglés à 4 ou 5 fois la tension du réseau. Au delà de ces parafoudres, les appareils seront protégés par des bobines de self sans fer à spires isolées soigneusement entre elles. Les limiteurs de tension qui doivent être placés après ont à faire face à des quantités d'énergie beaucoup moindre, ils doivent amortir le plus possible les oscillations, ils devront donc être munis d'une forte résistance. Ces appareils seront à fonctionnement continu (jets d'eau) ou discontinu.

M. Grosselin examine ensuite la question très importante des câbles, il montre qu'on a un peu exagéré les conditions à leur imposer et il donne quelques indications pour les chiffres à adopter.

La séance est levée à $10^{h}40^{m}$. A. S.

BIBLIOGRAPHIE

Electricity Meters (LES COMPTEURS ÉLECTRIQUES), par GERHARDI. — « *The Electrician* » Printing and Publishing C°, Londres, 1906. — Format : 22 × 14 cm; 337 pages. — Prix : 11,25 fr.

Sous son titre complet de « Compteurs d'électricité, leur Construction et leur Emploi; Manuel pratique à l'usage des ingénieurs de stations centrales de production et de distribution d'énergie électrique, ainsi que des étudiants », ce nouveau volume de la « *The Electrician* » *Series* bien connue comble dans la littérature anglaise un vide regrettable, étant donné le rôle important joué depuis ces quinze dernières années par ces petits appareils, précieux et indispensables accessoires de toute installation électrique. Si intéressant que puisse être le sujet tant au point de vue historique qu'à celui de la variété des principes mis en œuvre dans leur conception, cet ouvrage essentiellement pratique, ou du moins prétendant l'être, comme tous ses congénères, se borne à la description de ceux actuellement en usage ou récemment imaginés.

Après un court chapitre d'introduction, les suivants sont successivement dévolus aux compteurs pour courant alternatif, pour courant continu et pour les deux à la fois. Viennent ensuite les compteurs pour paiement d'avance, ceux à double tarif, les indicateurs de demande maxima et les compteurs pour tramways. Dans chacun de ces chapitres les appareils cités sont rangés par ordre alphabétique, mode de classification que nous avons vu parfois (rarement, il est vrai) appliqué même chez nous, mais qui n'est pas très scientifique et n'a pour lui d'autre mérite que la simplicité... voire celle des auteurs. Le reste de l'ouvrage est relatif aux dispositifs et appareils d'épreuves, comprenant la vérification de ces derniers, leur montage, leur lecture, leur entretien et leurs réparations, sans oublier la tenue du livre de laboratoire sur lequel est consigné tout ce qui concerne leur observation. Cette seconde partie n'est pas la moins importante de l'ensemble. Les grandes usines électriques sont en effet généralement pourvues de laboratoires d'essais convenablement équipés en apparence; mais, dans bien des cas, il semble que, si l'on n'a pas regardé à la dépense d'installation de cette station, on se soit montré parcimonieux quant aux appareils eux-mêmes, aux tableaux mis en œuvre et aux tables de manipulations affectées à ces essais. Quand on songe cependant à toute l'influence que peut avoir sur le rendement de semblables entreprises l'étalonnage initial exact et l'exactitude des indications ultérieures des compteurs, il est réellement étrange qu'on se préoccupe si peu de cette question primordiale.

Tout ce qui peut appeler ou ramener sur elle l'attention et faciliter les applications qu'elle impose ne peut qu'être favorablement accueilli par le public sérieux auquel nous nous adressons. E. BOISTEL.

Projectierung von Elektrizitätswerken (ÉTUDE DE STATIONS CENTRALES D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE), par FRITZ HOPPE. *Max Jänecke*, éditeur, Hannover, 1906. — Format : 22 × 14 cm; 204 pages. — Prix : 4,75 fr.

Dixième fascicule de la collection des *Leçons répétitrices d'Électrotechnique* publiées sous la direction de M. Königswerther, ce volume n'est pas, comme on pourrait le croire, une sorte de livre de recettes permettant de mettre sur pieds, pour ainsi dire mécaniquement, un projet d'installation et les calculs d'exploitation d'une usine d'énergie électrique. Il a pour objet d'en diriger la conception et de signaler, dans leur ordre rationnel, tous

les éléments appelés à entrer dans l'étude d'un projet de ce genre basé sur de sages considérations économiques, susceptibles de faire honneur à celui qui y attache son nom et à donner satisfaction et rémunération aux fondateurs et exploitants.

Le premier chapitre, à la suite d'une introduction indiquant l'ordre dans lequel il doit être procédé en pareille matière, est relatif aux travaux préliminaires destinés à bien déterminer les besoins à satisfaire et à fixer les meilleurs moyens d'y arriver comme tension, courant, nombre et puissance des machines dynamos à mettre en œuvre, emploi et capacité d'accumulateurs, mode d'exploitation, nature de la force motrice et des moteurs utilisables le mieux appropriés, etc. Dans le second chapitre sont étudiés le coût d'exploitation et les résultats probables à en attendre dans les conditions précédemment arrêtées. Les projets de générateurs et de distribution de courant font l'objet des deux chapitres suivants, le dernier traitant finalement de la rédaction même du projet. Deux appendices fournissent d'intéressantes données pratiques sur des coûts d'installation et des renseignements financiers relatifs à des stations centrales allemandes d'énergie électrique.

Comme ses devancières, cette publication des *Repetitorien* a un caractère de généralité et de sérieux qui ne peut manquer de la faire rechercher. E. Boistel.

Annual Baudry de Saunier 1906. — Chez l'auteur, 20, rue Duret, Paris. — Format : 23 × 15 cm; 750 pages. — Prix : 18 fr.

Annual! Ne croyez pas, lecteurs, qu'il s'agisse d'un ouvrage anglais, comme ce mot pourrait le faire croire aux gens bien rares qui savent encore le français... et un peu d'anglais. — Non! le terme *Annuaire* était trop simple, trop français et trop rationnel pour les gens qu'intéresse ce volume; l'objectif de sa vente a obligé à forger un mot nouveau, à faire, sans nécessité, un petit barbarisme de plus dans cet infime langage de l'automobilisme qui ne les compte plus; et voilà comment nos dictionnaires de l'avenir vont, à l'instar de celui-ci, qui n'est pas autre chose, se trouver enrichi d'un mot nouveau, dont on abusera d'autant plus qu'il est inutile et plus mal formé. Voulez-vous savoir, du reste, pourquoi, dans l'esprit même de son auteur, il a pris naissance? Écoutez-le : « L'originalité très particulière de ce livre, à titre bien spécial (je le crois) d'*Annual*, consiste en ce qu'il n'est ni un manuel, ni un lexique, ni un annuaire, mais qu'il tient un peu de ces trois modes de publication ».... C'est ce qui fait que votre fille est muette.

La note qu'on nous prie d'insérer, ce dont nous nous abstenons, fourmille d'ailleurs de singularités de ce genre ou autres. C'est ainsi que, après nous avoir dit que notre éminent confrère travaille à ce livre depuis près de trois années, elle ajoute avec un sang froid imperturbable « L'Annual *paraît* tous les ans »! *Paraîtra*, soit! cher et éminent confrère; paraîtra, peut-être; mais *paraît* est un peu avancé.... jusqu'à présent.

Quoi qu'il en soit, il s'agit d'un volume de 750 pages (et non 800, comme on l'annonce), renfermant, dit-on, 900 gravures, non numérotées d'ailleurs pour plus de sûreté, et comprenant de nombreuses photographies de nos grands hommes du jour sur qui la France peut compter et parmi lesquels nous sommes heureux de ne trouver ni le portrait de l'auteur, ni celui d'Hospitalier. L'ouvrage comporte également plus de 100 000 lignes, toujours d'après la note bibliographique officielle, et constitue, suivant sa propre expression, demi-flatteuse, un vrai Bottin du monde de la bicyclette et de l'automobilisme, avec agrément de figures explicatives assurément très précieuses et vraiment bien exécutées.

La forme externe ne laisse d'ailleurs rien à désirer : couverture en fine toile grise d'un joli ton, sur lequel se détache le titre en beau rouge, papier, impression et mise en pages extrêmement soignés. Il est fâcheux que le contenu, dans le peu qu'il pourrait enseigner de scientifique, ne réponde pas à d'aussi charmantes apparences; mais c'est là un détail. Le principal est que, sur son extérieur, l'ouvrage se vende, et il se vendra. En plus de leur billet d'enterrement, il révélera à la postérité l'existence de bien des gens. E. Boistel.

Les Moteurs thermiques électro-tamponnés et leur application aux véhicules thermo-électromobiles. par É. Hospitalier. — Publication de la *Société belge d'électriciens*, 1906. — Fascicule de 25 × 16 cm; 31 pages. — Œuvre... sans prix.

Il était à peine besoin de citer, après le titre, le nom de l'auteur. Cette réunion de néologismes le révèle assez, d'autant plus que, pour un novateur, notre rédacteur en chef s'en est donné cette fois à cœur-joie. Il ne nous laisse rien à envier aux langues voisines dont la richesse, étrangère au génie de la nôtre, réside dans cette facilité d'accouplement de mots. La publicité de son journal, son cours et ses écrits aidant, ses termes, parfois heureux mais souvent tout d'abord acceptés faute de mieux, finissent, grâce à un ressassement constant, par acquérir un droit de cité qu'ils ne méritent pas toujours. Les mêmes facilités de diffusion lui permettent d'ailleurs, quand il s'attache à une idée, de la faire valoir, toujours en homme convaincu, et c'est dans cet esprit que, heureux d'avoir trouvé la réalisation pratique d'un principe antérieurement rêvé par lui sous une autre forme, il vient de compléter, par une conférence faite récemment à la Société belge d'électriciens, son étude si élogieuse de l'*Auto-mixte* (encore un de ses filleuls) parue dans *L'Industrie électrique* du 10 janvier dernier. Que ce ne soit, comme il le dit en préambule, qu'une dose de rhubarbe passée à M. Pieper en échange du séné qu'il en

a reçu antérieurement, sous forme de gracieux accueil fait, il y a quelques années, à son Ondographe par la *Société belge des Électriciens*, je le veux bien; mais je le félicite de pouvoir ainsi payer ses dettes et ne félicite pas moins ceux qui peuvent s'assurer un aussi fidèle protagoniste de leurs idées. Si l'Automixte répond à leur commune attente, ils peuvent tous deux aller loin. Je les suivrais volontiers. E. Boistel.

Die Theorie, Berechnung und Konstruktion der Dampfturbinen (Théorie, Calcul et Construction des turbines a vapeur), par Gabriel Zahikjanz. — *Krayn*, éditeur, Berlin, 1906. — Format : 24×16 cm; 180 pages. — Prix : ? fr.

Il y a plus de vingt ans que l'auteur a commencé à développer, dans un travail intitulé « Analyse cinétique des turbines d'action à jet libre », sa théorie des turbines, qu'il a étendue depuis aux turbines à vapeur dans le Journal « Die Turbine » en 1904-1905. Il s'écarte, dans ses travaux, des théories et modes de calcul courants, et la voie nouvelle dans laquelle il est entré en partie l'oblige à introduire de temps à autre de nouvelles désignations, formules et méthodes pour pouvoir résumer systématiquement, avec unité et clarté, la théorie et le calcul des turbines à vapeur au point de vue de leur construction.

Nul doute que, par ce temps de plus en plus fécond en applications de ces moteurs, son ouvrage soit avantageusement ou tout au moins utilement consulté par ceux qui s'occupent spécialement de cette question électromécanique ou non. E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

363 695. — **Lamme et Renshaw.** — *Réglage de phases dans les moteurs à collecteurs à courant alternatif simple alimentés par des circuits polyphasés* (22 janvier 1906).

363 756. — **Société anonyme Westinghouse et M. Brun.** — *Système de connexion pour moteurs à courant continu* (28 février 1906).

363 787. — **Buhot.** — *Pile à renversement* (2 mars 1906).

363 788. — **Buhot.** — *Pile à circulation de chlore gazeux* (2 mars 1906).

363 812. — **Ateliers Thomson-Houston.** — *Dispositif de réglage des moteurs servant à la commande des ventilateurs de mine* (5 mars 1906).

363 677. — **Blathy.** — *Compteur à courant alternatif d'après le système Ferraris avec pièces mobiles sur les champs magnétiques* (28 février 1906).

363 681. — **Neumann et Kepes.** — *Procédé pour la prise multiple de courants continus sur une ligne à courant alternatif* (28 février 1906).

363 699. — **Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux compteurs électriques* (31 janvier 1906).

363 716. — **Société dite : Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke Actiengesellschaft.** — *Alimentation de véhicules ou de moteurs électriques mobiles à partir d'un conducteur fixe au moyen d'un véhicule auxiliaire* (16 février 1906).

363 737. — **Société anonyme d'éclairage électrique du Secteur de la place Clichy.** — *Perfectionnement aux compteurs électriques* (28 février 1906).

363 743. — **Koreck et Pinal.** — *Système isolateur en verre ou porcelaine pour conducteurs électriques souterrains* (1er mars 1906).

363 786. — **Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke Actiengesellschaft.** — *Électro-aimant compound à courant alternatif* (2 mars 1906).

363 842. — **Wardwell.** — *Dispositif révélateur des défauts d'isolement des fils électriques* (5 mars 1906).

363 863. — **Lalande et Frassier.** — *Système de commande à distance par l'électricité avec ou sans fil* (5 mars 1906).

363 649. — **Reczka.** — *Étamage électro-chimique du plomb* (27 février 1906).

363 701. — **Lafontaine.** — *Nouveau procédé d'électrolyse pour l'extraction des métaux de leurs minerais et le traitement des déchets de cuivre en cuivre pur* (5 février 1906).

363 816. — **Uzac.** — *Construction des tubes de radiateurs par électrolyse* (3 mars 1906).

363 981. — **Société The de Forest Wireless Telegraph Syndicate Limited.** — *Perfectionnements à la télégraphie sans fil* (8 mars 1906).

363 897. — **Schwarz.** — *Génératrice électrique* (6 mars 1906).

363 917. — **Hereng.** — *Ruban serpentin embouti pour rhéostat* (1er février 1906).

363 982. — **Domon et Meynier.** — *Protecteurs pour lignes aériennes* (8 mars 1906).

364 042. — **Spitzer.** — *Poteau télégraphique* (10 mars 1906).

363 931. — **Levy.** — *Dépolarisation des électrodes* (1er mars 1906).

363 937. — **Société des procédés Gin.** — *Nouvelle forme de fours électriques à induction* (7 mars 1906).

361 500. — **Schneider et Cie.** — *Procédé et dispositif pour régler la tension et la vitesse des dynamos* (23 mai 1905).

361 525. — **Gourju.** — *Montage des fils conducteurs de courants électriques* (29 mai 1905).

361 526. — **Gourju.** — *Interrupteur de courant* (29 mai 1906).

361 515. — **De Ferranti.** — *Procédé de soudage électrique* (20 décembre 1905).

364 167. — **Poulsen.** — *Procédé pour faire les signaux pour télégraphier sans fil* (13 mars 1906).

364 172. — **Société Siemens et Halske.** — *Commutation pour production d'un courant* (14 mars 1906).

364 306. — **Foreman.** — *Isolateur* (16 mars 1906).

364 122. — **Nicolas et De Malherbe.** — *Pile électrique* (26 février 1906).

364 161. — **Chemin.** — *Accumulateur* (12 mars 1906).

364 175. — **Société Felten et Guilleaume Lahmeyer A. G.** — *Démarrage pour alterno-moteurs* (14 mars 1906).

364 178. — **Couade.** — *Servo-moteur électrique* (23 janvier 1906).

364 264. — **Berglund.** — *Isolation pour accumulateurs* (15 mars 1906).

364 373. — **Ateliers de construction Oerlikon.** — *Inducteur pour génératrice synchrone de courants* (17 mars 1906).

364 182. — **André.** — *Poids antagoniste pour relais à retard variable* (2 février 1906).

364 301. — **Berry.** — *Appareil interrupteur électrique* (16 mars 1906).

364 232. — **Société Vigreux et Brillié.** — *Transmission électro-magnétique de l'heure* (13 mars 1906).

364 111. — **Lée.** — *Lampe électrique à vapeur de mercure* (16 février 1906).

364 181. — **Société Zirkon Gluhlampenwerk Dr Hollefreund und Cº.** — *Procédé de fabrication des filaments de lampes à incandescence* (30 janvier 1906).

364 205. — **Riley et Rowing.** — *Perfectionnements dans les lampes électriques à arc* (6 mars 1906).

364 212. — **Carbone.** — *Lampe à arc* (13 mars 1906).

364 283. — **Cauderay.** — *Allumeur extincteur automatique pour éclairage électrique* (15 mars 1906).

361 528. — **Lori et Solari.** — *Télégraphie harmonique* (11 décembre 1905).

364 390. — **Société Siemens et Halske.** — *Système de commutation pour diminuer à l'aide de transformateurs l'effet de la réflexion aux points de jonction de conducteurs d'ondes à différentes propriétés électriques* (19 mars 1906).

364 395. — **Potter.** — *Moteur électromagnétique* (19 mars 1906).

364 396. — **Société dite Electromotors Limited.** — *Porte-balai pour machines et appareils électriques* (19 mars 1906).

364 475. — **Société anonyme des ateliers de Montreuil.** — *Automoteur électrique à mouvements multiples réversibles* (21 mars 1906).

364 590. — **Pifre.** — *Système de commande pour moteurs à courant alternatif* (26 mars 1906).

364 382. — **Mansbridge.** — *Substance métallisée telle que papier, parchemin, etc., destinée à être employée en électricité et procédé et appareil pour sa préparation* (17 mars 1906).

364 405. — **Tudor.** — *Économiseur électrique automatique* (19 mars 1906).

364 423. — **Padiras et Taste.** — *Nouveau système d'assemblage pour poteaux et supports métalliques* (20 mars 1906).

364 525. — **Prudence.** — *Interrupteur électrique* (25 mars 1906).

364 602. — **Bastian et Calvert.** — *Système de compteur d'électricité avec ou sans mécanisme enregistreur et à prépaiement ou non* (26 mars 1906).

364 472. — **Thomas.** — *Perfectionnements dans les appareils à vapeurs de mercure* (21 mars 1906).

364 476. — **Betts.** — *Perfectionnements aux fours électriques* (8 février 1906).

364 521. — **Société Jullien et Dessolle.** — *Application de l'électrolyse à l'obtention de surfaces destinées à recevoir de la peinture d'art ou autre* (23 mars 1906).

364 588. — **Thirot et Mage.** — *Procédé de régénération de l'électrolyse servant à l'extraction par voie électrolytique du cuivre contenu dans les vieux bronzes* (26 mars 1906).

364 589. — **Thirot et Mage.** — *Production électrolytique de l'étain métallique pur adhérent et cohérent* (26 mars 1906).

364 610. — **Latour.** — *Système de téléphone multiple* (27 mars 1906).

364 899. — **Bines.** — *Système de téléphone* (4 avril 1906).

364 900. — **Bines.** — *Appareil téléphonique* (4 avril 1906).

364 901. — **Bines.** — *Transmetteur téléphonique* (4 avril 1906).

364 738. — **Johnson.** — *Perfectionnements aux machines électriques* (30 mars 1906).

364 813. — **Pifre.** — *Système de commande et de réglage pour moteurs* (31 mars 1906).

364 814. — **Pifre.** — *Dispositif de commande et de réglage de moteurs électriques* (31 mars 1906).

364 815. — **Pifre.** — *Dispositif de commande pour moteurs électriques* (31 mars 1906).

364 881. — **Société Gramme.** — *Dispositif de démarrage automatique et progresssif dans les moteurs d'induction* (3 avril 1906).

364 885. — **Jackson.** — *Perfectionnements dans les électro-aimants* (3 avril 1906).

364 688. — **Mc Mahan.** — *Appareils synchronisateurs pour machines dynamos électriques à courant alternatif* (28 mars 1906).

364 761. — **Wernli.** — *Poteau pour conducteurs électriques aériens* (30 mars 1906).

364 798. — **Blackmore.** — *Commutateur électrique* (31 mars 1906).

364 737. — **Friedheim.** — *Perfectionnements apportés aux moyens employés pour effectuer des dépôts électrolytiques sur parois ou moules creux* (30 mars 1906).

364 789. — **De Keating-Hart.** — *Tube à rayons X modifié* (31 mars 1905).

364 826. — **Rambaldini.** — *Procédé et appareil pour l'électrolyse sans diaphragmes poreux* (2 avril 1906).

364 847. — **Castel.** — *Électrolysation du chlorure de sodium* (2 avril 1906).

364 613. — **Kuzel.** — *Procédé pour augmenter la résistance de certains métaux propres à constituer des corps lumineux* (27 mars 1906).

361 557. — **Société de matériel téléphonique.** — *Appareil pour renforcer ou reproduire les courants téléphoniques* (16 juin 1906).

364 966. — **Artom.** — *Récepteur pour télégraphie sans fil* (5 avril 1906).

365 127. — **Société industrielle des téléphones.** — *Microphone avec accessoires* (17 mars 1906).

365 160. — **Mc Carty.** — *Système de téléphonie sans fil* (10 avril 1906).

365 195. — **Heelfritsch.** — *Micro-téléphone marchant par la résonance de la tête* (13 avril 1906).

364 938. — **Société L'Éclairage électrique.** — *Appareil de manœuvre pour moteur électrique* (9 janvier 1906).

364 953. — **Holman.** — *Électro-aimants* (12 mars 1906).

364 989. — **Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft.** — *Séparateurs pour batteries d'accumulateurs* (6 avril 1906).

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

37 674. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris

15e Année. — N° 350 **25 Juillet 1906.**

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Le régime futur de l'électricité à Paris. — Nos lecteurs trouveront plus loin les délibérations prises par le Conseil municipal dans sa session de juillet au sujet de l'organisation du régime futur de l'électricité à Paris. Nous reviendrons sur la question dans notre prochain numéro, la séance délibérative ne s'étant terminée que le 23 juillet à 8 heures du soir.

Moteur à gaz pauvre de la station centrale électrique de Rennes. — Un gazogène Pierson par aspiration alimenté au coke, et installé à l'usine à gaz de Rennes, a été soumis à des essais six mois après sa mise en service, et ces essais ont démontré que l'emploi du coke, dans l'usine même, peut être fait de façon très avantageuse.

L'appareil se compose de : 1° un générateur en tôle avec vaporisateur annulaire en fonte. La vapeur générée par la chaleur rayonnante du foyer est conduite dans un surchauffeur placé au bas de l'appareil, et, de là, cette vapeur pénètre dans le foyer, entraînée par l'air qui va combler la dépression produite par la course d'aspiration du moteur; 2° un condenseur; 3° une colonne de lavage; 4° un épurateur chimique.

Le moteur, transformé pour fonctionner au gaz pauvre, développe 55 poncelets.

Les essais faits le 30 mars 1906 ont donné les résultats suivants :

Durée de l'essai, en heures	8
Coke net brûlé durant l'essai, en kg	202,40
Énergie produite au compteur, en kw-h	348
Consommation nette, en g : kw-h.	695
Puissance moyenne développée, en poncelets-h . .	50

Il résulte de ces essais que le kilowatt-heure est produit avec une dépense de 695 gr de coke, poids net. Durant l'essai, on a piqué le feu toutes les deux heures; ce travail, du reste, est des plus faciles, car, grâce à la basse température à laquelle l'appareil fonctionne, il ne se produit pour ainsi dire pas de mâchefer.

Filament de lampes au tantale. — Le filament d'une lampe au tantale de 25 bougies consomme 37,5 watts sous 110 volts et 0,34 ampère. Il a 65 cm de longueur, 50 microns de diamètre et une masse de 22 milligrammes (45 000 filaments par kg). La matière est donc soumise à une puissance massique de 1700 watts par gramme.

La résistivité du tantale est de 16,5 microhms-cm à froid et atteint 85 microhms-cm sous le courant normal de 0,54 A.

La densité du tantale fondu est de 14 et atteint 16,8 par l'étirage. La ténacité atteint 93 kg : cm² pour les fils fins, et sa résistance à l'usure est telle que l'on pense à l'utiliser à la fabrication de plumes métalliques inusables. Le point de fusion du tantale est compris entre 2250 et 2300° C.

La production du caou chouc. — D'après l'*Electrotechnick und Maschinenbau* du 1er juillet, la production totale du caoutchouc est estimée à 57000 tonnes dont 55 pour 100 proviennent de l'Amérique du Sud et de l'Afrique. La quantité utilisée dans les divers pays est la suivante : États-Unis, 26400 tonnes; Allemagne, 12800 tonnes; Grande-Bretagne, 10000 tonnes; France, 4130 tonnes; Autriche-Hongrie, 1320; Hollande, 1218 tonnes; Belgique, 748 tonnes; Italie, 588 tonnes.

Le prix du caoutchouc à Rio-de-Janeiro, l'un des principaux centres du commerce de caoutchouc, a depuis 1902 constamment augmenté et est actuellement en moyenne de 10000 f la tonne.

Grandes grues électriques de Hambourg et de Dublin. — La grue de 100 tonnes, de Hambourg, a une vitesse d'élévation de 1,4 à 10 m : minute suivant la charge, la hauteur d'élévation est de 36 m, le rayon d'action de 30 m pour le mouvement de rotation pour les faibles charges et de 23 m pour les fortes charges; une rotation complète peut être accomplie en 5 minutes. La vitesse de translation de l'ensemble est de 6 à 8 m : minute. La grue est munie de 5 moteurs à courant continu de 500 v, dont 3 servent pour le mouvement d'élévation. Les deux gros moteurs de 16 kw peuvent être couplés en série parallèle afin de faire varier la vitesse, le plus petit a une vitesse angulaire de 750 tours : minute. Le moteur pour le mouvement transversal desservi par un trolley a une puissance de 18 kw et une vitesse angulaire de 850 tours : minute; le moteur actionnant le mouvement de rotation à une puissance de 11 kw et une vitesse angulaire de 1200 tours : minute. Cette grue a été construite par la fabrique de machines de Nuremberg.

La grue de Dublin, d'une force de 150 tonnes, a une hauteur d'élévation du fardeau de 30 m, sa vitesse verticale est de 1,5 à 6 m : minute, cette dernière pour une charge inférieure à 20 tonnes. Une révolution entière peut être exécutée en 8 minutes, la vitesse du mouvement transversal par trolley est de 9 m : minute. Il y a un frein électromagnétique. Cet appareil a été construit par la maison Siemens Brothers de Londres.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bergerac (Dordogne). — *Station centrale.* — Un concours est dès maintenant ouvert à la mairie de Bergerac pour la présentation de propositions et de projets concernant :

1° L'exploitation de l'électricité (éclairage et force motrice) en se conformant au règlement qui sera ultérieurement formulé;

2° L'exploitation du gaz de houille (éclairage, force motrice et tous autres usages dont est ou sera susceptible le gaz de houille);

3° L'exploitation de tous autres moyens d'éclairage en usage, selon les progrès réalisés.

La concession commencera au 1er janvier 1911 pour une période maxima de 25 années.

Le concessionnaire de l'exploitation du gaz devra remplir les conditions suivantes :

1° Payer à la Ville une redevance annuelle fixe, pour loyer des voies publiques et installations mises par la ville à sa disposition;

2° Se conformer aux lois, règlements et décrets concernant les conditions du travail.

Les soumissionnaires devront s'inspirer des conditions contenues dans les avant-projets rédigés.

Chaque concurrent pourra présenter plusieurs projets. Les projets sous pli cacheté, seront reçus à partir du 1er juillet jusqu'au 31 décembre 1906 au secrétariat de la ville, qui fournira aux intéressés tous les renseignements pouvant leur être utiles.

Bolozon (Ain). — *Station centrale.* — On va bientôt commencer les travaux pour la construction d'une imposante station centrale aux environs de Bolozon. Cette usine fournira l'énergie à la ville de Bourg et à de nombreuses communes des environs.

L'Ariane (Alpes-Maritimes). — *Station centrale.* — On nous annonce la création dans cette ville d'une station centrale devant distribuer l'énergie aux localités avoisinantes.

ÉTRANGER

Buenos-Ayres (République Argentine). — *Traction électrique.* — Une société allemande d'éclairage installe actuellement des turbo-générateurs près des docks de Buenos-Ayres. Cette station sera considérablement agrandie pour répondre aux demandes des Compagnies de tramways électriques. La Compagnie des tramways desservant le nord-ouest de Bahia-Blanca va installer également des turbines à Balisa-Blanca. Ces deux installations de turbines sont les premières de la région.

Actuellement la longueur des lignes de tramways dans la République Argentine est de 558 km environ; ils ont transporté 168 millions de voyageurs en 1905.

Damas (Turquie). — *Traction électrique.* — La *Société ottomane de tramways et d'éclairage électrique de Damas* vient d'obtenir une concession de soixante ans pour la construction et l'exploitation d'un réseau de tramways électriques dans Damas, et une concession de quatre-vingt-dix-neuf ans pour la fourniture d'éclairage et de force motrice. La station centrale hydraulico-électrique sera établie à 30 km environ de Damas.

Illesca (Espagne). — La *Electrica Alhamena Cᵉ* construit une usine génératrice pour distribuer l'énergie électrique dans les villes de Alhama, Totana et Librilla.

Une nouvelle usine génératrice a été récemment mise en service à Illesca.

La *Sociedad de Gas y Electricidad* a été autorisée à établir une ligne de transmission entre sa station établie sur la rivière Tambre et Santiago et Conxo.

Madrid. — *Traction électrique.* — Une Compagnie s'est récemment constituée à Madrid qui se propose d'utiliser deux chutes d'eau d'environ 5000 poncelets de la province de Salamanca, pour éclairer Salamanca et la ville de Porto.

La Société des Tramways de l'Est, de Madrid, a obtenu la concession d'un tramway électrique desservant Glorieta d'Atocha et le Paseo de los Delicios.

Un nouveau tramway électrique sera bientôt construit entre Zumarraga et Ascoïtia.



LE RÉGIME FUTUR DE L'ÉLECTRICITÉ A PARIS

La question si importante du Régime futur de l'électricité à Paris a occupé de nombreuses séances du Conseil municipal dans sa dernière session.

La discussion commencée le 10 juillet par l'exposé du rapport de M. Félix Roussel, s'est continuée en séances publiques les 12 et 13 juillet, en séances secrètes (?) de la Commission du budget où l'on a entendu les représentants de l'Union des secteurs d'une part, et de MM. Schneider et Mildé, d'autre part.

Enfin, dans une dernière séance publique qui a clos la session le 23 juillet, le Conseil municipal a adopté plusieurs délibérations que nous nous contentons de reproduire, le temps nous manquant aujourd'hui pour les commenter.

Contentons-nous de remarquer, qu'en dernière analyse, et dégagées des 60 pages de texte du Bulletin municipal officiel *qui constituent la discussion publique du* Régime futur, *les propositions adoptées par le Conseil se résument en 7 mots :* **On a décidé de ne rien décider.**

Et les permissions de 4 secteurs sur 6 prennent fin en avril 1907.

Charmante soirée! É. H.

DÉLIBÉRATION DU CONSEIL MUNICIPAL

Proposition de M. Sauton.

(Signée de *MM. Sauton, Fribourg, Landrin et Pierre Morel*).

Le Conseil,

Considérant que la ville de Paris se trouve dans la nécessité d'avoir recours à l'outillage des secteurs pour assurer, pendant les quelques années de la période de transition du régime actuel au régime définitif, le service de la production et de la distribution de l'énergie électrique à Paris;

Qu'il est donc désirable qu'un accord amiable intervienne avec les secteurs à ce sujet;

Qu'au cas où un accord ne pourrait intervenir, il serait nécessaire de procéder au rachat des autorisations prenant fin en avril 1907;

Considérant que les frais de cette acquisition ne causeraient, pour la plus grande partie, que des charges momentanées à l'exploitation, étant donné les réalisations qui seraient faites une fois les nouvelles usines en fonctionnement;

Que, néanmoins, il y a lieu pour la Ville de se mettre en mesure de faire face à la dépense immédiate que pourrait nécessiter ce rachat;

Délibère :

Article premier. — M. le Préfet de la Seine est invité à préparer pendant l'intersession, et à présenter au Conseil municipal à l'ouverture de la prochaine session, un projet d'accord avec les secteurs, en vue d'obtenir de ceux-ci le maintien en fonctionnement des usines et sous-stations de transformation du courant primaire pendant les années de transition entre le régime actuel et le régime définitif.

Art. 2. — Au cas où un accord amiable ne pourrait intervenir, M. le Préfet de la Seine est invité à présenter au Conseil municipal des propositions en vue du rachat, conformément aux dispositions des cahiers des charges, des quatre secteurs dont les autorisations arrivent à expiration en avril 1907.

Art. 3. — M. le Préfet de la Seine est également invité à rechercher les moyens de procurer à la ville de Paris le complément de l'énergie électrique qui sera nécessaire pour parer, pendant la période de construction des usines, à l'insuffisance de production des usines appartenant aux secteurs.

Proposition de M. Quentin-Bauchart.

Le Conseil,

Prenant acte des déclarations qui lui ont été faites en Comité de budget par les demandeurs en concession,

Invite M. le Préfet de la Seine à lui soumettre, dès l'ouverture de la prochaine session, un cahier des charges dans le sens de la régie intéressée (*art.* 2 du projet Sauton), et au point de vue technique sur les bases adoptées par la Commission technique;

Considérant qu'il n'existe plus, entre les deux demandeurs, qu'une question de nuances,

Décide que le nouveau cahier des charges leur sera soumis;

Et, dans le cas où ils ne se seraient pas mis d'accord,

Invite l'Administration à préparer une adjudication sur les bases arrêtées par le Conseil, portant sur les avantages nouveaux qui pourraient être obtenus à la fois pour la ville de Paris et pour les concessionnaires.

En conséquence, le vote définitif du Conseil est ajourné jusqu'à cette époque.

Proposition de M. Arthur Rozier.

(Signée de *MM. Arthur Rozier, Pierre Morel, Fribourg, Poiry*).

Le Conseil,

Considérant que les revendications du personnel de l'électricité ne présentent aucun caractère excessif;

Que, dans ces conditions, elles deviennent essentielles et doivent figurer à la base même de toute entente d'un concessionnaire avec la ville de Paris,

Délibère :

Est écarté de droit tout demandeur en concession qui ne prendra pas l'engagement préalable d'appliquer au futur personnel les mesures suivantes :

Maintien des employés et ouvriers actuels dont les traitements n'excèdent pas 700 fr par mois dans leurs emplois;

Assimilation du personnel au personnel municipal;

Retraites avec rétroactivité;

Création d'une Commission d'arbitrage pour le règlement des cas litigieux entre le personnel et la direction;

Acceptation d'un contrat collectif de travail à passer entre le concessionnaire et le personnel.

Proposition de M. Évain.

(Signée de *MM. Évain et Houdé*).

Le Conseil

Délibère :

M. le Préfet est invité à envisager et à prévoir formellement dans le nouveau cahier des charges l'utilisation éventuelle des forces hydrauliques.

Proposition de M. Chausse.

(Signée de *MM. Chausse, Ranvier, Weber, Fribourg*).

Considérant qu'il est juste et raisonnable que tous les éléments du personnel municipal soient représentés dans le Conseil de discipline,

Le Conseil
Délibère :

Les personnels de tous ordres seront représentés par voix d'élections dans le Conseil de discipline.

(Sur la demande de M. Chausse, appuyée par M. Jolibois, cette proposition est renvoyée à la Commission du personnel).

A PROPOS DES FORMULES

DE

CORRECTION DE L'AMORTISSEMENT

DANS LES APPAREILS DE MESURE BALISTIQUES

Pour déterminer l'élongation ε d'un système oscillant dont l'amortissement serait nul, connaissant les élongations successives ε_1, ε_2, ε_3 du même système amorti, on emploie la formule classique

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left(1 + \frac{\lambda}{2}\right) \qquad (a)$$

λ étant le décrément logarithmique, c'est-à-dire le logarithme népérien du rapport des deux premières élongations

$$\lambda = \log_e \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{1}{2} \log_e \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}.$$

Cette formule peut, pour de faibles amortissements, être remplacée pratiquement par la formule empirique :

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{4}, \qquad (b)$$

Dans une communication récente faite à l'*American Physical Society*, M. Arthur W. Smith établit une troisième formule qui parait rigoureuse et qui donne la valeur de ε en fonction des deux premières élongations successives d'un même côté sous une forme simple et purement algébrique.

Désignons par k le coefficient par lequel il faut multiplier ε_1 pour avoir ε. Le facteur k est un facteur de correction dont la valeur est évidemment donnée par la relation :

$$\varepsilon = k\varepsilon_1. \qquad (1)$$

On a de même, par définition :

$$\varepsilon_1 = k\varepsilon_2,$$

en désignant par ε_2 la première élongation d'ordre pair. C'est l'élongation que l'on observerait indéfiniment si l'amortissement venait à disparaître à la fin de la deuxième demi-oscillation, à l'instant précis où le système oscillant passe par la position d'équilibre. On aurait de même :

$$\varepsilon_2 = k\varepsilon_3,$$
$$\varepsilon_3 = k\varepsilon_4,$$
$$\varepsilon_4 = k\varepsilon_5,$$

ε_5 étant la deuxième élongation d'ordre impair que l'on désigne généralement par ε_3.

En multipliant ces quatre dernières équations membre à membre, il vient :

$$\varepsilon_1 = k^4\varepsilon_5,$$

d'où

$$k = \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_5}\right)^{\frac{1}{4}}$$

et en remplaçant dans (1)

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_5}\right)^{\frac{1}{4}}. \qquad (c)$$

Ces trois formules (*a*) (*b*) (*c*) donnent des valeurs différentes de l'amortissement, et il était intéressant de les comparer. C'est ce que nous avons fait en déterminant, en fonction de $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$, le facteur par lequel on doit multiplier ε_1 pour avoir ε.

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

VALEURS DU FACTEUR DE CORRECTION DE L'AMORTISSEMENT

$\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$.	(*a*) FORMULE EXPONENTIELLE $\varepsilon = \varepsilon_1\left(1 + \frac{\lambda}{2}\right)$ $\lambda = \frac{1}{2}\log_e\left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}\right)$.	(*b*) FORMULE EMPIRIQUE $\varepsilon = \varepsilon_1 + \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{4}$.	(*c*) FORMULE ALGÉBRIQUE $\varepsilon = \varepsilon_1\left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}\right)^{\frac{1}{4}}$.
1	1.0000	1,000	1.000
0,98	1.00195	1,005	1.005
0,96	1,01021	1,010	1,010
0,94	1,01547	1,015	1,015
0,92	1,0209	1,020	1,021
0,90	1,0263	1,025	1,026
0,88	1,02947	1,030	1,032
0,86	1,0377	1,035	1.038
0,84	1,0436	1.040	1,044
0.82	1,0496	1,045	1,050
0.80	1,0655	1,050	1.057
0,70	1,0892	1,075	1,093
0,60	1,1277	1,100	1,136
0,50	1,1734	1,125	1,189
0.40	1,2292	1,150	1.257
0,30	1,3010	1,175	1,351
0,20	1,4023	1,200	1,495
0,10	1.5756	1,225	1.778
0,01	2,1515	1,248	3.162
0.00	2.7183	1,250	∞

On voit, par ces chiffres, que tant que le rapport des deux élongations ε_3 et ε_1 ne descend pas au-dessous de 0,8, les trois formules donnent des résultats pratiquement identiques. Il resterait à déterminer la raison pour laquelle la formule classique exponentielle (*a*) et la formule algébrique de M. Smith (*c*) donnent, pour l'amortissement critique correspondant à $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0$, des écarts tels qu'ils semblent infirmer le raisonnement qui a permis d'établir cette dernière, en dépit de sa rigueur apparente. Un de nos lecteurs voudrait-il chercher à expliquer cette contradiction?

A. Z.

LA NITRIFICATION ÉLECTRIQUE

PAR FIXATION DE L'AZOTE ATMOSPHÉRIQUE

(SUITE ET FIN [1])

Avant de décrire l'usine de Notodden, nous reproduisons (fig. 3) l'aspect du disque de flamme obtenu dans un four Birkeland-Eyde avec un courant alternatif à la fréquence 50, une tension de 5000 volts et une puissance de 200 kilowatts.

USINE DE NOTODDEN

La fabrique de Notodden occupe quatre bâtiments situés en prolongement les uns des autres (fig. 4) :

1° Bâtiment des fours, près duquel se trouvent les tours d'oxydation; 2° bâtiment des fours d'absorption, où s'effectue la production d'acide nitrique; 3° bâtiment de fabrication du nitrate de chaux; 4° magasin. Emballage et expédition du nitrate. — Port.

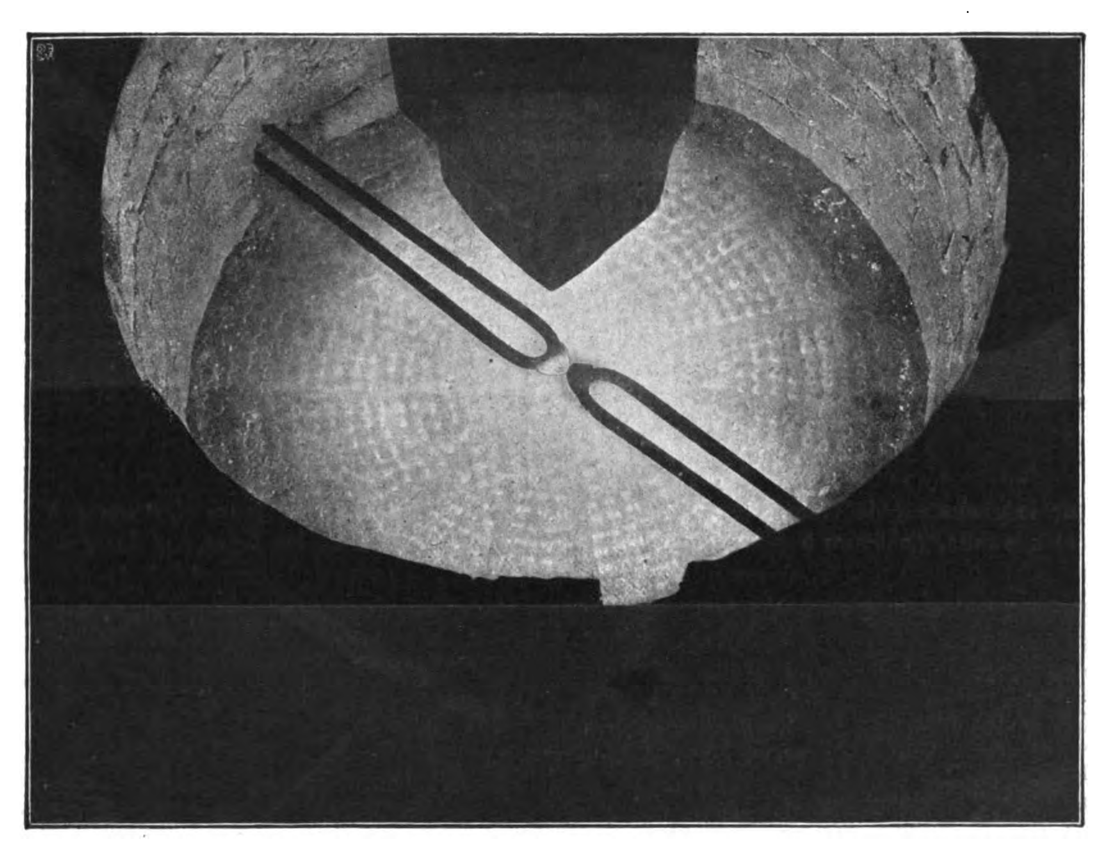


Fig. 3. — Photographie du disque de flamme produit dans un four Birkeland-Eyde de 200 kilowatts. Les parties sombres en forme d'U sont les électrodes en cuivre refroidies par une circulation d'eau.

L'usine est traversée dans toute sa longueur, à partir du hall des tours d'absorption, par une voie ferrée qui met en communication facile et économique toutes les parties de la fabrique. Les rails se prolongent au dehors du magasin jusqu'au petit port où les produits sont embarqués directement, sur le fjord d'Hitterdal, pour les divers points des côtes de Norvège ou pour le continent.

Bâtiment des fours. — L'installation électrique comprend trois fours identiques (fig. 6), quant à leur construction générale, au four de 300 kilowatts de Vasmoën.

A Notodden, la puissance des fours a été portée à 500 et 700 kilowatts pour chacun d'eux. On a même pu élever la puissance de l'un des fours à 1200 kilowatts, à titre d'essai comparatif; mais Birkeland et Eyde ont constaté qu'il est préférable, dans une exploitation régulière, d'employer des puissances plus faibles, ne dépassant pas, par four, 500 à 600 kilowatts. Dans ces conditions, ils ont reconnu que les fours fonctionnent avec les mêmes sûreté et régularité de marche que le four de 300 kilowatts de Vasmoën.

L'énergie électrique nécessaire à la fabrication de Notodden est fournie, en location, au prix de 32 fr par kilowatt-an, par l'usine voisine de Tinnfos, où on a installé, à cet effet, un générateur triphasé de 2000 kilowatts, à la tension de 5000 volts. Les trois fours de Notodden ont été, pour leur fonctionnement normal,

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, 10 juillet 1906, n° 349, p. 304.



Fig. 4. — Vue d'ensemble de l'usine de Notodden (1905).

branchés sur le générateur de Tinnfos et chacun d'eux absorbe 500 kilowatts. La figure 5 représente, vue de face, l'installation des fours électriques à Notodden.

L'air envoyé dans les fours, par des ventilateurs, les

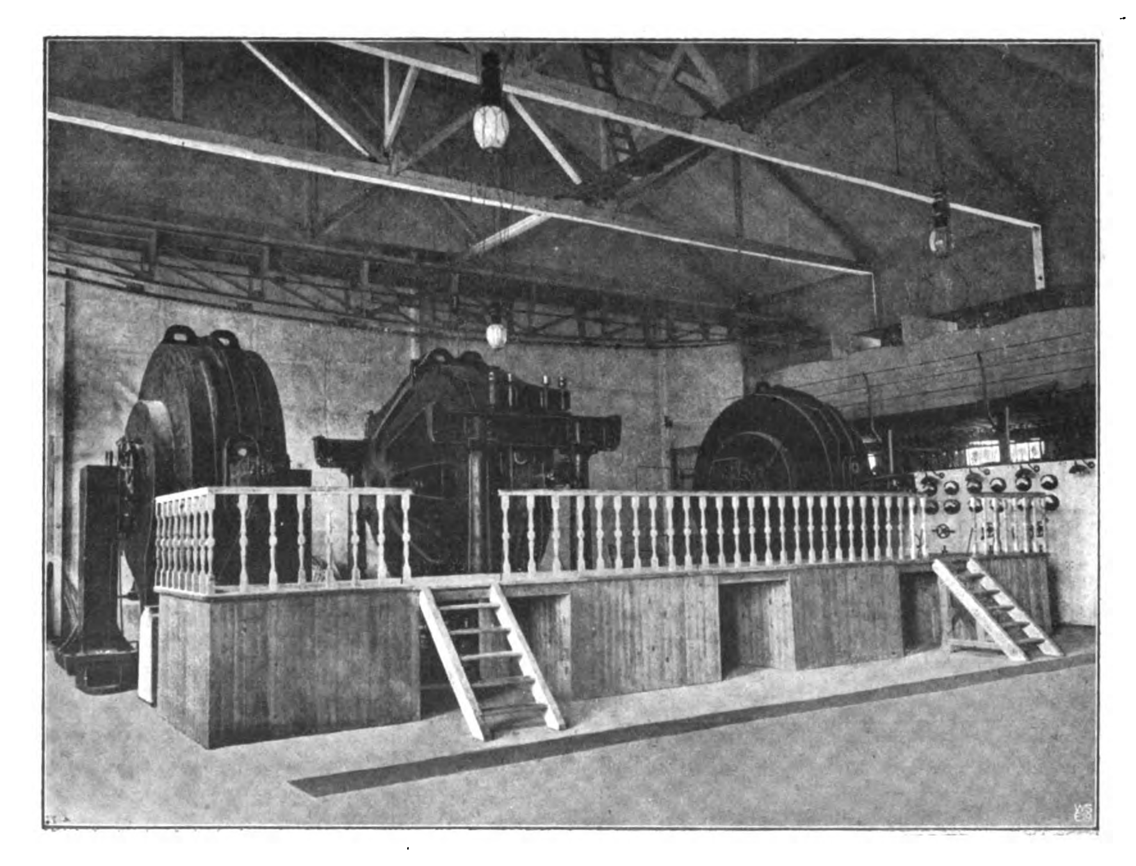


Fig. 5. — Salle des fours électriques à Notodden (1905).

traverse à raison de 25 m³ : minute, soit, pour les trois fours, 75 m³ : minute; il arrive dans le champ magnétique par les parois du four en terre réfractaire (voy. fig. 2, coupe du four).

L'air mélangé aux gaz nitrés produits dans les fours en sort par un canal collecteur unique à une température variant entre 500 à 700° C, température beaucoup plus élevée que celle que les gaz doivent avoir dans les autres appareils destinés à la production finale de l'acide nitrique. Les gaz traversent d'abord une chaudière tubulaire, où ils se refroidissent jusqu'à 200° C. (fig. 7). La vapeur produite est utilisée pour la concentration des dissolutions de nitrate de chaux dont il sera question plus loin. De cette chaudière, ils sont envoyés dans des appareils réfrigérants qui abaissent rapidement leur température à 50 ou 60°, température la plus favorable aux réactions d'où résulte la formation de l'acide nitreux. Ces réfrigérants sont respectivement placés au sommet des deux grandes tours où l'oxydation de l'azote se poursuit.

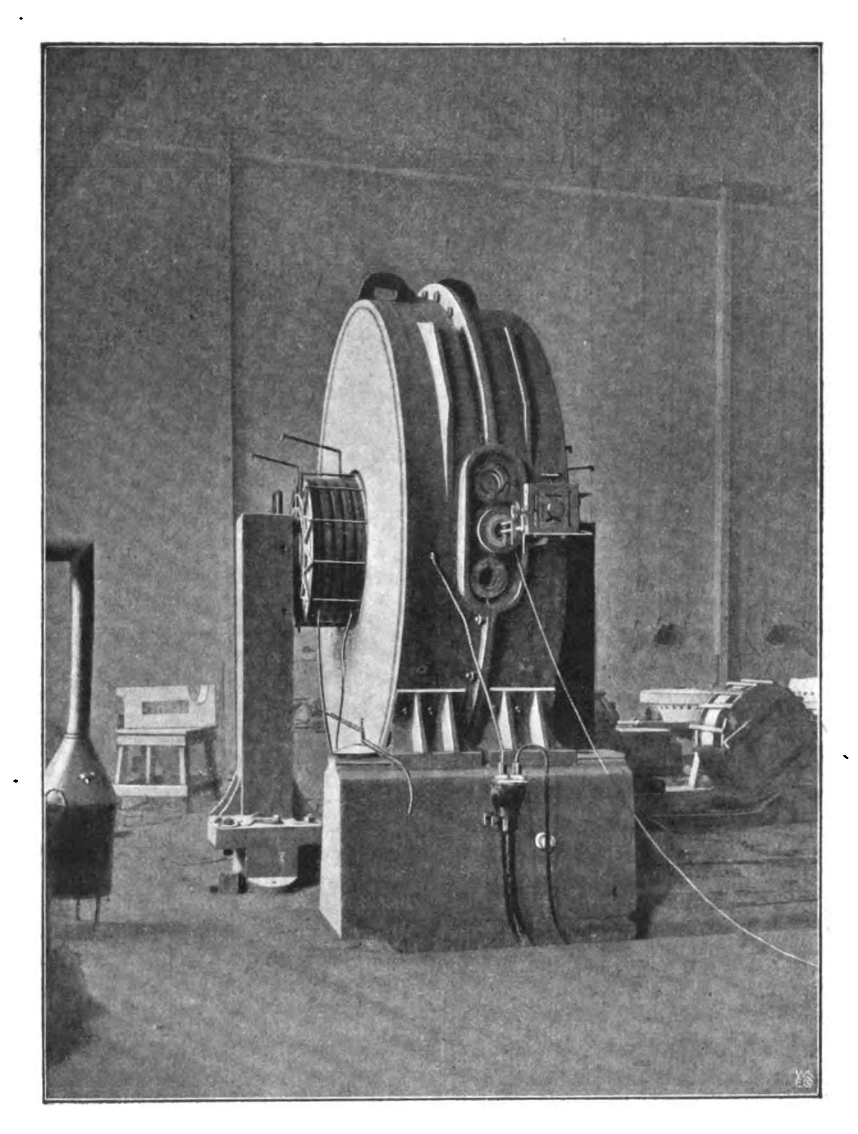


Fig. 6. — Vue d'un four de Notodden en construction.

Dans le champ magnétique du four, il ne se forme qu'une seule combinaison azotée, l'oxyde d'azote, correspondant à la formule AzO : sa proportion s'élève, dans l'arc, à 5 pour 100 environ du volume total des gaz. Aux hautes températures de 2000°, 2500° C., les éléments de cet oxyde se séparent et se recombinent incessamment, de sorte que la teneur en oxyde d'azote demeure constante dans le mélange,

Tours d'oxydation. — Ces grands réservoirs en tôle, reliés par des conduites aux fours électriques, sont au nombre de deux à Notodden; ils sont cylindriques et garnis intérieurement d'un revêtement inattaquable par les acides. Dans ces tours se poursuit l'oxydation de la combinaison azotée produite dans les fours; après un court séjour dans ces appareils, l'oxyde d'azote (AzO) se transforme en peroxyde d'azote (AzO^2) ; au sortir de ces réservoirs, les gaz nitreux sont envoyés par un ventilateur dans les *tours d'absorption*, où ils se trans-

forment en acide nitrique. Dans les tours d'oxydation, l'oxyde d'azote a passé, en se combinant à l'oxygène, à l'état de vapeur nitreuse (peroxyde d'azote), ce que représente l'égalité suivante :

$$\underset{\text{Oxyde d'azote}}{AzO} + \underset{\text{Oxygène}}{O} = \underset{\text{Peroxyde d'azote}}{AzO^2}$$

La présence de l'eau est nécessaire pour transformer, en acide nitrique, les vapeurs nitreuses, d'après la réaction suivante :

$$\underset{\text{Peroxyde d'azote}}{2\,(AzO^2)} + \underset{\text{Eau}}{H^2O} = \underset{\text{Acide nitrique}}{AzO^3H} + \underset{\text{Acide nitreux}}{AzO^2H}$$

En même temps que se forment de l'acide nitrique et de l'acide nitreux, il se produit des oxydes inférieurs d'azote,

$$(2\,AzO^2H) = AzO^2 + AzO + H^2O$$

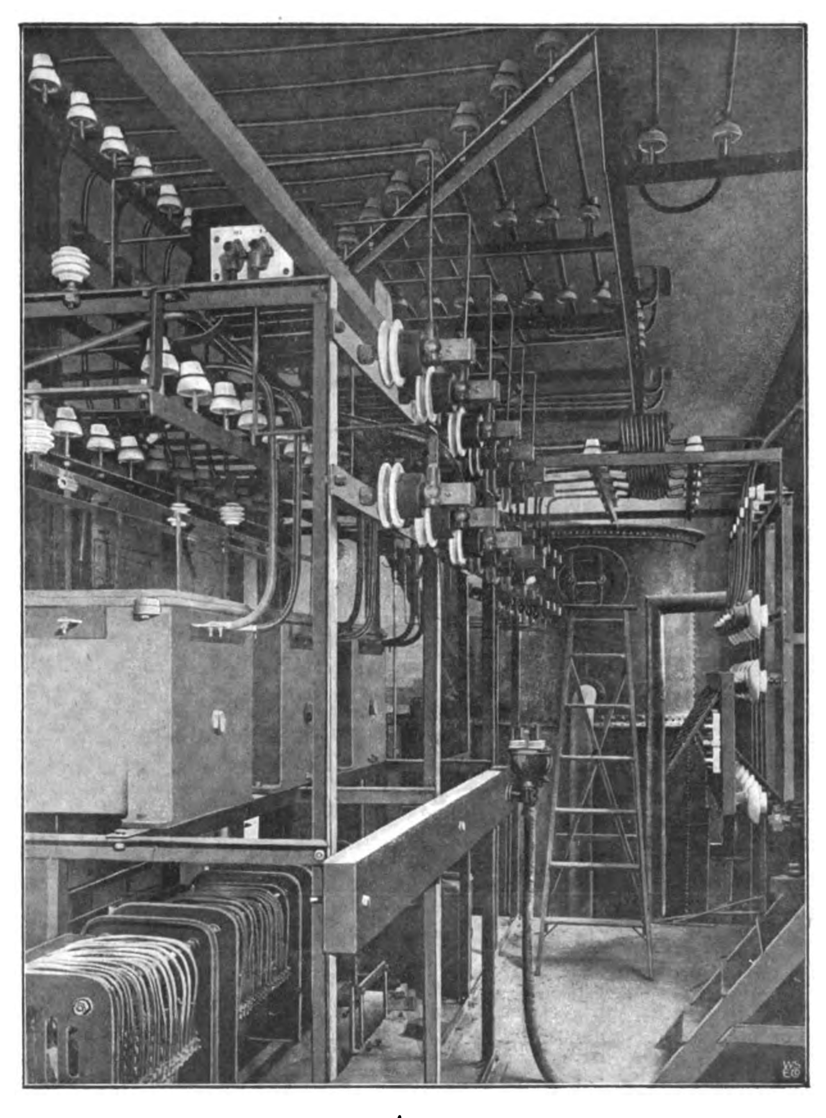


Fig. 7. — Tableau de distribution électrique à l'usine de Notodden. Chaudières tubulaires pour l'utilisation de la chaleur des gaz.

qui s'oxydent de nouveau pour continuer la réaction fondamentale; c'est dans les tours d'absorption que s'effectuent ces transformations.

Tours d'absorption. — Elles sont prismatiques : elles ont 4 m² de section et 10 m de hauteur; leur capacité est donc de 40 m³. Elles sont disposées de chacun des côtés du hall en deux rangées parallèles, chaque rangée comprenant deux tours en granit et deux tours en grès, remplies de morceaux de quartz de la grosseur du poing environ, jusqu'aux deux tiers de leur hauteur. A l'intérieur de ces tours circulent, en sens inverse, d'une façon continue, les gaz et de l'eau. Cette eau, qui humecte constamment le quartz, se charge progressivement de l'acide nitrique formé; les autres produits azotés, moins oxydés, qui accompagnent sa formation, se réoxydent dans les tours, au contact de l'oxygène de l'air et donnent de nouveau de l'acide nitrique, comme je viens de le



rappeler. Finalement, lorsque la solution d'acide nitrique produite dans les tours a atteint, à la suite de contacts réitérés des gaz et de l'eau, une concentration de 50 pour 100 (50 kg d'acide nitrique monohydraté par 100 litres de liquide), elle est recueillie dans des cuves ouvertes, en granit, et provisoirement emmagasinée. Nous verrons tout à l'heure comment on l'emploie à la fabrication du nitrate de chaux.

Des tours en granit et en grès où circulent, en sens inverse, de l'eau et les gaz sortant des tours d'oxydation, on retire la plus grande partie des produits nitrés, transformés en acide nitrique monohydraté, dissous dans l'eau. Mais il importe beaucoup de ne pas laisser perdre les produits nitrés qui, ayant échappé à l'absorption dans ce système de tours, se trouvent encore en quantité notable dans les gaz sortant de la dernière tour en grès. Pour les recueillir, on a recours, à Notodden, à un absorbant énergique, le lait de chaux. A cet effet, il existe une cinquième tour en bois, de même dimension que les quatre premières, remplie de briques disposées en chicanes, et sur lesquelles circule, méthodiquement distribué, du lait de chaux. Les gaz nitreux sont retenus par la chaux et donnent naissance à un mélange de nitrite et de nitrate de chaux.

Ce mélange est ensuite dédoublé, à l'aide d'acide nitrique, en nitrate de chaux et en acide nitreux gazeux,

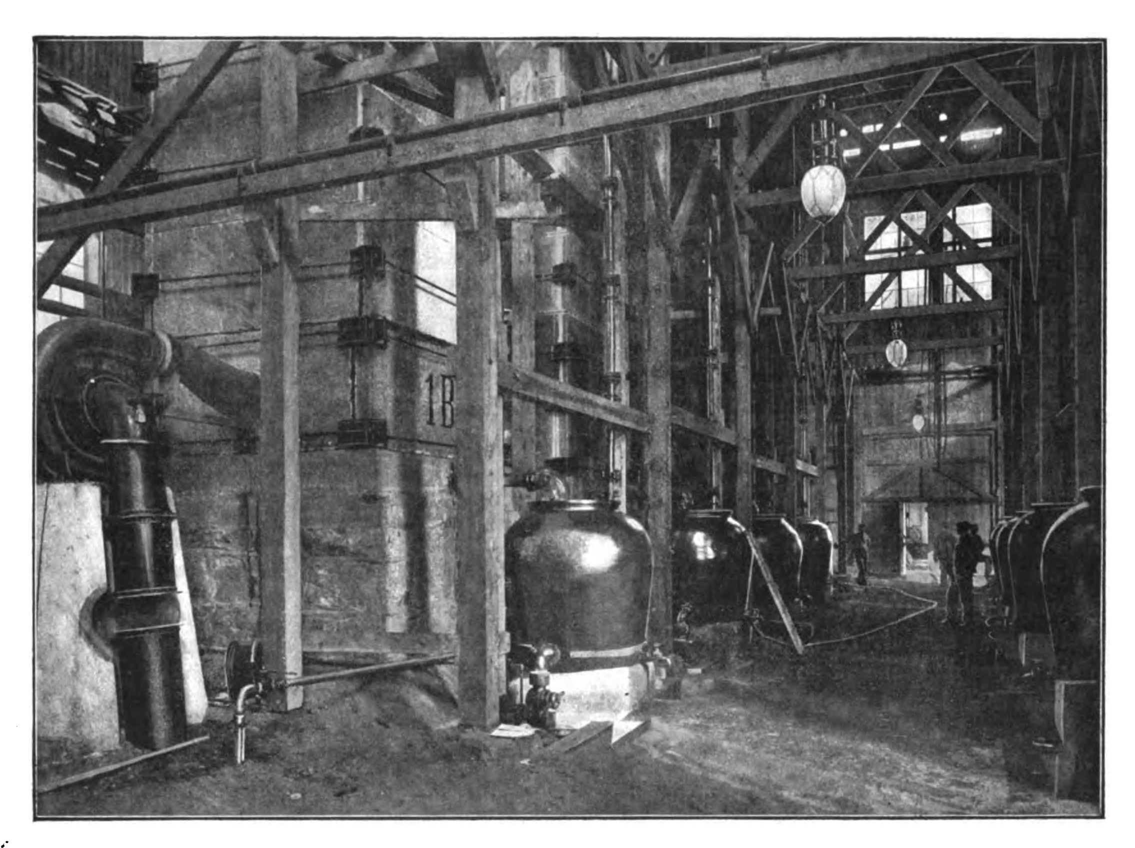


Fig. 8. — Tours d'absorption de Notodden.

qu'on réintroduit dans le système d'absorption précédemment décrit. Ce dédoublement correspond aux réactions suivantes :

$$Ca(AzO^2)^2 + AzO^3H = Ca(AzO^3)^2 + H^2O + AzO^2 + AzO$$

Enfin, pour compléter l'opération et retenir le reste des gaz nitrés qui s'échappent encore de la tour à lait de chaux, on leur fait traverser une dernière tour, d'un peu plus petite dimension que les autres, contenant de la chaux vive; c'est seulement à la sortie de cette dernière tour que les gaz qui ont traversé tout le système d'oxydation depuis leur entrée dans le four électrique, sont rejetés dans l'atmosphère.

L'ensemble des opérations permet de transformer, finalement, en une solution d'acide nitrique pur à 50 pour 100, 95 pour 100 au moins de l'oxyde d'azote produit dans le four électrique, résultat très remarquable pour une opération industrielle, et que MM. Schlœsing et Grandeau ont pu vérifier, en faisant l'analyse comparative des gaz sortant du four et de ceux que la tour à chaux vive renvoie dans l'atmosphère.

Fabrication du nitrate de chaux. — La dissolution de nitrate de chaux pur, provenant de la décomposition du mélange de nitrate et de nitrite, est amenée, ainsi que l'acide nitrique à 50 pour 100, dans une rangée de cuves ouvertes, en granit, contenant des morceaux de calcaire, de 13 à 20 cm de diamètre. Le carbonate de chaux est employé en quantité convenable pour neutraliser complètement la dissolution acide et donner naissance à du

nitrate de chaux neutre. Cette opération est conduite *méthodiquement* dans quatre cuves superposées. Sur le calcaire neuf, on fait arriver la dissolution presque neutralisée; l'acide neuf est mis en contact avec les résidus du calcaire qui n'a pas été dissous dans la première attaque. Par suite de leur superposition, les liquides des cuves se déplacent l'un par l'autre automatiquement, et, finalement, on obtient une dissolution de nitrate de chaux neutre que l'on conduit dans une cuve d'évaporation en fonte.

La concentration de ce liquide se fait, partie à l'aide de la vapeur provenant de la chaudière destinée à refroidir les gaz sortant des fours, partie directement. On amène la solution de nitrate à une concentration telle que son point d'ébullition soit 145° C., concentration qui donne un liquide contenant 75 à 80 pour 100 de nitrate de chaux, renfermant 13,2 à 13,5 pour 100 d'azote. La matière est versée dans des tonneaux en tôle, de 200 litres de capacité environ, où elle se solidifie par refroidissement. Le nitrate peut être expédié à cet état ou pulvérisé.

Au lieu d'évaporer le nitrate de chaux jusqu'à ce que le liquide ait atteint le point d'ébullition de 145° C., on peut, comme on le pratique à l'usine d'essais de Vasmoën, le laisser cristalliser, après avoir évaporé la solution jusqu'à la température de 120° C. seulement. On centrifuge la dissolution concentrée de nitrate de chaux; les cristaux séparés de leur eau-mère peuvent être livrés à cet état.

Enfin, on fabrique encore à Notodden du nitrate de chaux basique, en ajoutant à chaud à la dissolution, une proportion convenable de chaux vive; après refroidissement, on broie le produit et on le tamise. Ce nitrate basique renferme 10 pour 100 d'azote, environ.

On pourrait, cela va sans dire, fabriquer par les mêmes procédés des nitrates de soude ou de potasse au lieu de nitrate de chaux. C'est le bon marché de la chaux, comparée à la soude, qui a déterminé, à Notodden, la transformation de l'acide nitrique en nitrate calcaire.

Chutes d'eau norvégiennes. — Étant donnée l'énergie considérable absorbée par les fours électriques, la production de l'acide nitrique et la fabrication du nitrate de chaux par les procédés Birkeland et Eyde sont subordonnées à la possibilité de mettre économiquement en œuvre des forces motrices hydrauliques très puissantes, car on ne peut pas recourir à l'emploi beaucoup trop coûteux du charbon, pour produire l'énergie nécessaire à l'oxydation de l'azote atmosphérique.

La Norvège, par sa situation géographique, est particulièrement favorisée au point de vue de l'abondance des chutes d'eau météorique, dans toute la région ouest du pays. La côte ouest est tempérée par le courant du Gulf-stream qui lui apporte les vents chauds du golfe des Antilles; son atmosphère est chargée d'humidité; elle se refroidit au contact des montagnes, ce qui amène des pluies abondantes.

Les fleuves et rivières qui coulent dans la partie méridionale de la Norvège, où se trouvent les chutes considérables dont la Société norvégienne de l'Azote est propriétaire, prennent tous naissance dans la chaîne de montagnes qui longe la côte ouest. Dans cette région, les cours d'eau ont à parcourir de grandes distances pour arriver à la mer, et la configuration du sol a produit, sur leur parcours, une succession de lacs très favorables à la régularisation de leur débit. Ces lacs forment des réservoirs naturels dans lesquels les eaux s'accumulent pendant la saison des hautes eaux et s'écoulent ensuite, lors des périodes de sécheresse, maintenant ainsi le débit des cours d'eau à peu près constant.

De tout temps, ces lacs et ces rivières ont été utilisés pour le transport des bois par flottage. Des dispositions spéciales permettent d'utiliser ces chutes d'eau dans les usines qui s'en servent : fabrique de pâtes à papier, de carbure de calcium, etc., même pendant les périodes de gelées intenses. Des syndicats se sont formés pour régulariser ces cours d'eau, c'est-à-dire pour effectuer les travaux nécessaires au maintien d'un débit d'eau à peu près constant.

Des quatre chutes acquises par la Société norvégienne, trois se trouvent dans la région méridionale ouest. C'est d'abord : *Schvælgfos*, sur la rivière Tinné, qui, en 1907, fournira l'énergie électrique à la nouvelle usine de Notodden. Cette usine, comprendra l'installation de 30 fours électriques. Sa production atteindra 20 000 à 25 000 tonnes par an de nitrate de chaux.

On a profité cet hiver de la saison des basses eaux pour effectuer les travaux de régularisation de cette chute de 22 000 poncelets. Trois cents ouvriers travaillent à la construction du barrage presque terminé aujourd'hui. Ces grands travaux ont été exécutés avec une célérité surprenante, surtout si l'on réfléchit que la température s'est maintenue entre 20° et 30° au-dessous de zéro pendant plusieurs semaines.

La chute *Rjukanfos*, sur la rivière Mann, de beaucoup la plus importante, alimentera, dans un avenir prochain, l'usine de Saaheim.

La troisième chute est celle de *Boilfos*, au nord-ouest du port d'Arendal, sur la rivière Nidelven.

La quatrième chute, *Wamma*, se trouve à l'est du fjord de Christiania, sur le Glommen, le fleuve le plus considérable de la Norvège, dont le bassin d'alimentation comprend 40 000 km².

Le tableau ci-dessous résume pour chacune d'elles, les volumes d'eau débités, la hauteur des chutes et la puissance utilisable aux usines d'acide nitrique et de nitrate.

Chutes.	Débit en m³ par seconde.	Hauteur de chute en m.	Puissance en kw aux usines.
Svälgfos	65	46,5	19 800
Boilfos.	50	37,0	17 600
Rjukanfos	45	520,0	150 800
Wamma.	220	20,8	27 300
Au total.		. . . . . .	216 500

D'après les estimations les plus sérieusement faites, le prix de l'énergie ne paraît pas devoir dépasser le prix de



19 à 20 fr par kw-an (sans tenir compte des intérêts des capitaux engagés).

C'est donc près de 220 000 kw que la Société norvégienne pourra appliquer progressivement à la fabrication de l'acide nitrique et du nitrate de chaux, d'ici à quelques années. D'autre part, il y a lieu de penser que la découverte de Birkeland et Eyde recevra de nombreuses applications dans les pays du continent ou d'outre-mer qui possèdent tant d'abondantes sources de forces motrices hydrauliques inutilisées jusqu'ici [1].

Applications. — La production du nitrate de chaux prendra tout d'abord une place importante dans le commerce des engrais et assurera, dans l'avenir, l'accroissement des rendements des terres en culture.

Est-ce à dire que le nitrate du Chili ait à craindre, de la part du nitrate artificiel, une concurrence redoutable dans un prochain avenir? On ne saurait le penser, étant donnés, d'une part, les besoins si considérables de l'agriculture en engrais azotés, de l'autre, la proportion relativement faible de nitrate de chaux qu'on pourra obtenir, comparativement aux approvisionnements encore existants au Chili.

Il est difficile d'évaluer, même approximativement, le prix de revient du nitrate de chaux fabriqué par le procédé Birkeland et Eyde; ce prix de revient dépendra, dans chacune des futures usines, de la valeur du terrain, des dépenses de construction, des frais de fabrication et d'administration; en tenant compte, *exclusivement*, de la consommation d'énergie électrique. M. S. Thompson, partant du coût de l'énergie électrique, plus faible en Norvège que sur le reste du continent, évalue le prix de revient de la tonne d'acide nitrique monohydraté à 182,5 fr et celui de la tonne de nitrate de chaux à 13 pour 100 d'azote, à 112,5 fr. A la dépense d'énergie électrique viennent nécessairement s'ajouter les frais de fabrication (achat du calcaire, outillage, etc.), l'intérêt et la rémunération du capital engagé, etc.

La production actuelle d'acide nitrique monohydraté à Notodden est comprise entre 500 et 600 kg par kw-an. La petite usine qui fonctionne depuis le 2 mai 1905 produit 730 tonnes par an d'acide nitrique monohydraté.

En résumé, les cultivateurs de l'avenir sont assurés, en ce qui regarde l'azote, d'un approvisionnement pour ainsi dire illimité, l'air offrant à la nouvelle industrie une source inépuisable et gratuite de la matière première qu'elle met en œuvre.

Parmi les applications que les procédés Birkeland et Eyde peuvent recevoir, en dehors de la fabrication de l'engrais, il en est d'une importance capitale. La production économique de l'acide nitrique, appelée à rendre de si grands services pour la *fabrication des produits nitrés* qui constituent la base des *explosifs* (dynamite, poudres de diverses natures : guerre, mines, picrates, etc.) assure aux pays dans lesquels les chutes d'eau rendent possible la mise en œuvre des procédés Birkeland et Eyde, la fabrication de tous les explosifs nécessaires à la défense nationale. Ces pays seront ainsi affranchis des importations du nitrate exotique, indispensable jusqu'ici pour la fabrication de l'acide nitrique et de la poudre.

Ces procédés ne sont pas moins intéressants pour la production des *matières colorantes artificielles* dont la consommation a pris un développement colossal.

Les savants norvégiens se sont donc acquis un titre inoubliable à la reconnaissance de l'agriculture, de l'industrie et de l'humanité, en assurant l'avenir de la production des denrées alimentaires, si étroitement liée à l'enrichissement du sol en principes azotés assimilables par les plantes.

Perfectionnements. — Le nitrate de chaux obtenu industriellement pour la première fois à Notodden constitue, d'après les expériences d'Einhoff, Knopp, Helbriegel, etc., un engrais de premier ordre. Les essais de culture de végétaux dans des milieux artificiels, dont on règle à volonté la composition, ont montré que le nitrate de chaux suffit à tous les besoins de la plante en azote.

Des essais récents de culture faits à la station expérimentale de l'école d'agriculture de Christiania, et à la station de Darmstadt, résulte l'équivalence nutritive, à dose égale d'azote, du nitrate de chaux et du nitrate de soude.

Mais, d'après M. Grandeau, directeur de la station agronomique de l'Est, on peut entrevoir, dès à présent, une simplification dans la transformation des produits nitreux à l'usine de Notodden;

« Cette simplification consisterait dans la suppression du traitement du mélange, sortant de la tour à lait de chaux pour séparer le nitrate du nitrite formé dans cet appareil. On pourrait alors livrer directement à l'agriculture ce mélange de nitrite et de nitrate qui renferme 14 à 15 pour 100 d'azote. La question me paraît assez intéressante pour que je vous demande la permission de la préciser. Un préjugé assez répandu veut que les nitrites soient nuisibles à la végétation. Or, les travaux récents auxquels la nitrification du sol a donné lieu, les recherches de Winogradski en particulier, ont démontré, ainsi que vous le savez, qu'avant de devenir de l'acide nitrique, l'azote des matières organiques du sol passe, sous l'influence de microbes spécifiques, par des états intermédiaires, dont l'un est précisément l'acide nitreux.

« La conclusion à tirer, *a priori* de ce fait semble être que l'acide nitreux peut fournir à la plante, comme l'acide nitri-

[1] En effet, les puissantes chutes d'eau n'existent pas qu'en Norvège, ainsi que le rappelait M. Hitier, le 19 mars 1906, dans une intéressante communication à la Société des agriculteurs de France; dans le Nouveau Monde, le Canada en est abondamment pourvu : il en est de même en Europe, en Italie, en Autriche, en France.

Notre territoire, ajoutait M. Hitier, est même particulièrement favorisé, parce qu'une grande partie de son sol est montagneuse et que son climat est généralement humide. On tente en ce moment de procéder au recensement des forces hydrauliques de la France. MM. Tavernier et de La Brosse, chargés du service d'études des grandes forces motrices hydrauliques de la région des Alpes, ont même déjà pu en donner une première approximation. Les quatre départements de la Haute-Savoie, de la Savoie, de l'Isère, des Hautes-Alpes possèdent une force motrice hydraulique d'au moins 750 000 poncelets aux plus basses eaux — et, pendant six mois de l'année au moins, cette puissance se maintient entre 1 500 000 et 2 000 000 de poncelets.



que, l'azote dont elle a besoin et que, par conséquent, les nitrites, loin d'être nocifs pour la végétation, concourent, au même titre que les nitrates, à son développement.

« Malgré son évidence, cette conception, pour être complètement justifiée, avait besoin de la sanction expérimentale.

« Les essais de culture faits, au commencement du mois de juillet 1905, à l'École des manufactures de l'État par M. Th. Schlœsing et, par nous deux, au Parc des Princes, ont démontré l'exactitude de la double hypothèse de l'innocuité des nitrites et de leur valeur comme aliment des plantes.

« M. Th. Schlœsing a cultivé du maïs dans deux sols, exempts d'azote organique, dont l'un a reçu du nitrite, l'autre du nitrate du Chili ; les récoltes ont été égales, dans les deux cas, et l'analyse a montré l'identité d'assimilation de l'azote sous les deux formes.

« En pleine terre, au champ d'expérience du Parc des Princes, le maïs s'est comporté identiquement dans les petites parcelles fumées les unes au nitrite, les autres au nitrate. Un essai d'épandage à haute dose en couverture, de nitrite sur de l'orge, vers l'époque de l'épiage, n'a nui en aucune façon au développement de la céréale.

« Nous sommes donc en droit d'affirmer, dès à présent, que le nitrite de chaux n'exerce aucune action nocive sur la végétation et qu'il lui apporte, au même titre que le nitrate, l'azote assimilable dont elle a besoin.

« Des expériences sur une assez grande échelle sont présentement instituées chez plusieurs praticiens émérites, sur diverses cultures : céréales, betteraves, etc.

« Au Parc des Princes, nous expérimentons comparativement, cette année, le nitrate de soude et les nitrate et nitrite de chaux de Notodden.

« La campagne prochaine confirmera, dans les terrains variés où les expériences vont être instituées par d'habiles agriculteurs français, la haute valeur fertilisante du nitrate et du nitrite de chaux. Il serait alors possible, on le voit, d'employer directement, comme engrais, le mélange de nitrite et de nitrate sortant de la tour à lait de chaux de Notodden. »

Nous nous permettrons de signaler ici un second perfectionnement qui pourrait être très probablement apporté également aux procédés Birkeland-Eyde, perfectionnement dont voici le principe et l'origine.

Lorsqu'en juin 1905, M. J. de Kowalski présenta à la *Société internationale des électriciens* le procédé qu'il avait étudié en collaboration avec M. Moscicki pour la production de l'acide nitrique par décharges électriques, il fit remarquer qu'en augmentant la richesse en oxygène du mélange on augmentait, toutes choses égales d'ailleurs, la quantité d'acide nitrique produit pour une quantité donnée d'énergie électrique. Ainsi, par exemple, un mélange renfermant 50 à 60 pour 100 d'oxygène au lieu de 20 pour 100 permet de *doubler* sensiblement la quantité d'acide nitrique produit.

Il est très probable qu'il en serait de même avec le procédé Birkeland-Eyde, et en combinant celui-ci avec les procédés de M. Georges Claude qui permettent la séparation économique des deux éléments de l'atmosphère par liquéfaction de l'air, on pourrait sans doute augmenter sensiblement la production actuelle des usines de Norvège.

On peut donc être très rassuré, dès à présent, sur l'avenir de l'industrie agricole et voir s'épuiser, sans de trop graves appréhensions pour l'avenir, les nitrates du Chili et les autres sources naturelles de ce fertilisant.

La prédiction de sir William Crookes est aujourd'hui réalisée : « Le laboratoire, avec le concours des forces motrices hydrauliques, sauvera le monde de la famine ».

A. Z.

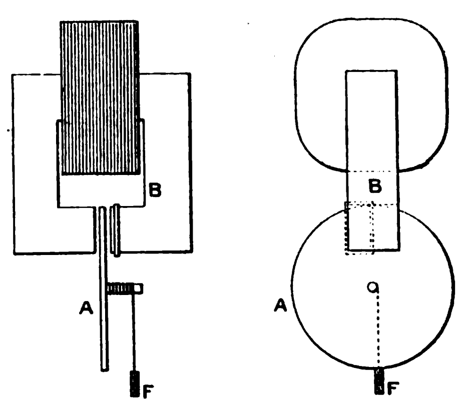
INTERRUPTEUR AUTOMATIQUE
A ACTION DIFFÉRÉE
DE LA SOCIÉTÉ BROWN, BOVERI ET Cie

L'installation hydraulico-électrique de Livet, qui fournit l'énergie électrique à la ville de Grenoble, par un transport à courants triphasés à 26 000 volts, comprend, entre autres dispositifs intéressants, un interrupteur automatique à action différée d'une très grande simplicité, qui mérite une mention spéciale, car, dans cette installation moderne, tous les coupe-circuits fusibles ont été remplacés par ce système.

Le but est de réaliser un interrupteur automatique qui retarde la rupture du circuit en cas de court-circuit accidentel, ce retard étant d'ailleurs fonction de la surcharge, et d'autant plus faible que cette surcharge est plus élevée.

L'appareil de la Société Brown, Boveri et Cie est basé sur le principe des compteurs d'induction, et représenté par la figure ci-dessous.

Un disque en aluminium A est placé entre les pôles d'un électro-aimant feuilleté B, excité par le courant se-



Interrupteur automatique à action différée.

condaire d'un transformateur dont le primaire est inséré dans le circuit à protéger. Le champ alternatif ainsi créé est sensiblement proportionnel au courant principal. On le transforme en champ glissant (ou tournant) en le rendant dissymétrique à l'aide d'une bague de cuivre entourant, sur l'un des pôles de l'électro-aimant, la moitié du circuit magnétique.

Le disque est mobile autour d'un axe horizontal et porte sur cet axe un petit cylindre muni d'une gorge hélicoïdale formant treuil sur lequel s'enroule un fil de soie à l'extrémité duquel est fixé un contrepoids F.

Tant que le moment moteur exercé sur le disque par le champ glissant est inférieur au moment résistant du poids F roulé sur le treuil, ce disque reste immobile. Si l'intensité dépasse une certaine valeur, le moment moteur est plus grand que le moment résistant et le disque entraîne le tambour en enroulant le fil de soie. Le poids remonte d'autant plus vite que le courant est plus intense. Arrivé à la fin de sa course, il provoque le contact de deux lames métalliques qui ferment le circuit de la bobine destinée à provoquer le déclanchement de l'interrupteur.

On règle l'intensité pour laquelle l'appareil doit fonctionner d'après la charge de l'usine, en modifiant la valeur du poids F, et en l'augmentant avec les exigences de l'exploitation, de façon à conserver la même sensibilité relative contre les à-coups accidentels.

Grâce à ce dispositif, un court-circuit franc ne produit pas d'interruption instantanée, à cause du temps que met le fil à s'enrouler. Dans le cas de la chute d'une branche d'arbre sur les fils, accident fréquent sur les lignes aériennes de transport, la branche est généralement brûlée en un temps plus court que celui mis par le disjoncteur à fonctionner, et l'interruption si préjudiciable à une exploitation se trouve ainsi évitée.

A Livet, une surcharge de 40 pour 100 produit la rupture du circuit en 40 secondes, et une surcharge de 100 pour 100 en 6 à 8 secondes, etc., ce qui proportionne l'action protectrice au danger couru par les appareils à protéger.

STATION CENTRALE ÉLECTRIQUE

DE LA VILLE DU PUY

La *Société anonyme d'Éclairage par le gaz de la ville du Puy* a fait installer en 1905, par la *Compagnie française Thomson-Houston* une station centrale électrique dont voici les principales conditions d'établissement et de fonctionnement.

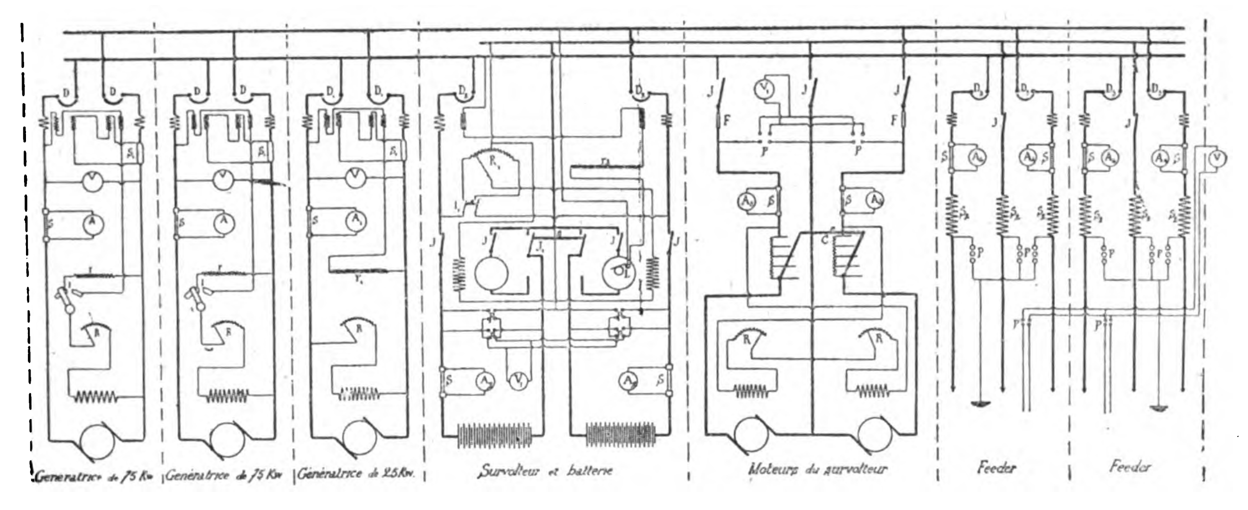


Schéma général du tableau de distribution de la station centrale électrique du Puy.

A, ampèremètre gradué de 0 à 200. — A_1, ampèremètre gradué de 0 à 100. — A_2, ampèremètre gradué de 200-0-200. — A_3, ampèremètre gradué de 50-0-50. — A_4, ampèremètre gradué de 0 à 150. — S, shunt d'ampèremètre. — V, voltmètre gradué de 0 à 600. — V_1, voltmètre gradué de 0 à 400. — *p*, plot de voltmètre. — D, disjoncteur automatique de 150 à 300 A. — D_1, disjoncteur automatique de 75 A. — r_1, résistance en série sur l'enroulement à minima du disjoncteur. — S_1, shunt de l'enroulement à minima. — R, rhéostat de champ. — I, interrupteur de champ. — *r*, résistance de décharge. — R_1, rhéostat inverseur de champ. — I_1, interrupteur de champ bipolaire. — J, interrupteur unipolaire, simple direction, rupture brusque. — J_1, interrupteur bipolaire, double direction, rupture brusque, type 180 A. — L, interrupteur à force centrifuge. — F, fusible. — C, commutateur double de démarrage. — S_2, spires de self. — P, parafoudres.

L'usine génératrice est établie dans une dépendance de l'usine à gaz. Elle a pour objet d'alimenter, au moyen de deux feeders, un réseau aérien de distribution de courant continu. La solution adoptée est une distribution à 3 fils, sous tension de 250 volts par pont.

L'éclairage de la ville est assuré, dans la journée, au moyen d'une batterie d'accumulateurs dont le point milieu est relié au fil neutre de la distribution, et le soir, au moyen des machines.

Le matériel de cette usine se compose essentiellement de :

1° Une batterie de deux chaudières semi-tubulaires, pouvant fournir 1350 kg de vapeur à l'heure, à la pression de 10 kg par cm^2. Le combustible employé est du coke d'usine à gaz.

2° Deux machines à vapeur de 75 poncelets, tournant à 125 tours par minute. Ces machines peuvent marcher soit à condensation, soit à échappement libre. Elles actionnent par courroies deux pompes centrifuges destinées à refouler l'eau de condensation dans un réfrigérant par pulvérisation.

3° Deux dynamos de 75 kw (type K. 16), à pôles auxiliaires. Ces dynamos sont commandées au moyen de courroies par les machines ci-dessus. Elles tournent à

600 tours par minute et débitent un courant de 150 ampères sous une tension de 500 volts.

4° Une dynamo de 25 kw (type H 10) pouvant débiter, à la vitesse angulaire de 1300 tours par minute, un courant de 50 ampères sous 500 volts. Cette dynamo, établie dès maintenant, doit être commandée au moyen d'une courroie par un moteur à gaz.

5° Une batterie d'accumulateurs *Union* de 250 éléments, d'une capacité de 110 ampères-heure au régime de décharge en 5 heures. Les bacs sont prévus pour que, par l'adjonction de plaques, la capacité puisse être portée à 250 ampères-heures en 5 heures.

6° Un groupe moteur-survolteur-dévolteur sur socle commun, comprenant deux moteurs shunt de 12 kilowatts accouplés directement à une dynamo compound à 2 collecteurs, pouvant débiter chacun 100 ampères sous 75 v. Le panneau correspondant du tableau de distribution comporte un interrupteur bipolaire à double direction permettant d'intercaler ce survolteur dans le circuit de chacune des deux batteries d'accumulateurs, ou de le mettre hors circuit. Le voltmètre de ce panneau permet de lire la tension sur chacun des ponts, soit avant, soit après le survolteur.

Les moteurs du survolteur-dévolteur jouent le rôle d'égalisatrices. Ils sont branchés sur les deux ponts à 250 volts et leurs excitations sont croisées.

En bout d'arbre du survolteur est fixé un régulateur à force centrifuge ayant pour but de couper le courant du survolteur en cas d'emballement du groupe.

7° Un tableau de distribution.

Ce tableau est représenté par le schéma ci-dessus.

Des précautions toutes spéciales ont été prises en vue d'éviter tout retour de courant de la batterie d'accumulateurs vers les dynamos. Les disjoncteurs des panneaux correspondants sont munis, à cet effet, de deux bobines supplémentaires à enroulements de même sens : l'une en série avec les inducteurs, l'autre shuntée sur le circuit induit. Le premier de ces enroulements a pour but d'assurer la fermeture des disjoncteurs pour un débit nul des dynamos. En temps normal, les ampères-tours du second enroulement s'ajoutent à ceux du premier et contribuent par suite à maintenir fermé le disjoncteur correspondant. Si le courant vient à s'inverser, les ampères-tours des deux enroulements se retranchent l'un de l'autre et le déclanchement se produit.

La mise en marche de cette installation a été effectuée le 1er mars 1906. Depuis cette époque, l'éclairage électrique de la ville du Puy a été assuré sans interruption 7 heures par jour avec les machines, le reste du temps avec la batterie d'accumulateurs.

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : Nos **812-89**.

Administration : Nos **704-44**.

PROGRÈS DES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES

(suite [1].)

ÉLECTROMÉTALLURGIE

Nous quittons cette fois le domaine de la chimie pour celui de la métallurgie, où les progrès ne sont pas moins considérables. Les deux grands faits qui dominent surtout sont : d'une part le développement considérable de l'électrosidérurgie et ferro-alliages électriques, d'autre part les tentatives, en partie couronnées de succès, exécutées pour traiter électriquement ce métal à la métallurgie si complexe par la méthode ordinaire : le zinc.

Comme la dernière fois. nous diviserons notre étude en deux grandes lignes, correspondant à des méthodes métallurgiques bien déterminées : la voie ignée ou électro-thermique, la voie humide ou électrolytique.

Avant de considérer le gros problème de l'électrosidérurgie, nous parlerons de l'aluminium, métal d'origine exclusivement électrique.

Aluminium. — La situation de ce métal se présenterait sous un aspect des plus prospères si l'on n'avait à redouter sous peu une surproduction, comme nous l'expliquons plus loin.

En effet les applications de ce métal, dont nous avons relaté les pénibles débuts, tendent à s'accroître aujourd'hui qu'on arrive à fabriquer un métal très pur ; en outre les recherches sur les alliages d'aluminium, la possibilité de souder ce métal dans d'excellentes conditions, ont ouvert un champ considérable à l'avenir industriel de l'aluminium, dont la consommation augmente régulièrement, plus vite même que la production, car l'on constate à l'heure actuelle une hausse significative qui, si elle est peut-être due pour une part à la spéculation, a sans doute eu pour cause initiale le fait sus-mentionné.

Les usines françaises en effet ont dû interrompre la fabrication pendant un certain temps, aussi bien pour cause de grèves que pour cause de froid rigoureux ayant apporté des troubles fonctionnels; les usines américaines ne devant pas, par suite d'un accord, livrer de métal sur le continent, le prix de celui-ci a augmenté rapidement.

D'autre part, les sociétés se livrant à la fabrication de ce métal sont toutes très prospères : pour la première fois la *British Aluminium Cº* a soldé son exercice par un excédent ; l'*Aluminium Industrie Gesellschaft* a fourni un dividende de 18 pour 100, etc. Toutes ces raisons, accroissement des débouchés, cours relevés, etc., font que les producteurs se lancent tous dans des agrandissements considérables, et c'est là qu'est le danger.

En Amérique, la *Pittsburg Reduction Cº* augmente de

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 10 juin 1906, nº 347, p. 251; du 25 juin 1906, nº 348, p. 285.

12250 poncelets ses deux usines de Niagara Falls dont la puissance globale actuelle est de 10500 poncelets. A Shawinigan Falls (Québec), la même compagnie se propose de doubler son installation actuelle de 3750 poncelets; enfin à Masséna (New-York) où elle utilise 9000 poncelets, elle a acquis une option lui permettant de porter sa puissance de production à 15000 poncelets. Rien que pour le nouveau continent la production de l'aluminium sera donc plus que doublée d'ici peu.

En Europe la situation est analogue ; les usines de la Praz et de Calypso en France, s'augmentent de celles des Sordrettes (6000 poncelets) et de Saint-Félix (3000 poncelets); d'autres sont en projet. En Angleterre, l'usine de Foyers sera doublée par une usine en montage à Lochleven ; en outre la *British Aluminium C°* installe une troisième usine à Sarpfos (Norvège), de 7500 poncelets. La Société allemande, elle, prévoit des agrandissements encore plus considérables et parle d'installer un total de 37500 poncelets nouveaux. Ces chiffres font frémir, car la production actuelle qu'on peut estimer à un maximum de 13000 tonnes, comme l'indique le tableau ci-après, sera triplée en quelques années. Or il est évident que la consommation, quoique en progrès, ne suivra pas la même échelle, et aux bénéfices actuels succéderont des déboires financiers certains, si tous les exploitants utilisent leur pleine capacité de production.

Compagnies.	Usines.	Puissance approximative en poncelets.	Production probable en tonnes par an.
Pittsburg Reduction C° et sa filiale North-Alum. C°	Niagara Falls	10 500	1 650
	Shawinigan	3 750	750
	Masséna	9 000	1 800
Société électrométallurgique française	La Praz	7 500	1 500
	Les Sordrettes	6 000	1 200
Société des produits chimiques d'Alais et la Camargue	Calypso	4 500	900
	Saint-Félix	3 000	600
British Aluminium C°	Foyers	7 500	1 500
	Lochleven	3 750	750
Aluminium Industrie Gesellschaft	Neuhausen	3 400	700
	Rheinfelden	3 750	750
	Landgastein	3 750	750
Production totale			12 850

Abandonnant le point de vue économique pour le côté technique, nous avons dit que la pureté chimique de l'aluminium était une condition de nécessité absolue au point de vue des applications industrielles de ce métal.

Il importe au plus haut point que l'aluminium employé soit pur, soit plutôt sous forme d'alliages, ne comporte aucun des métaux étrangers : fer, silicium, titane, etc., qui l'accompagnent dans son minerai, la bauxite. La bauxite étant le seul minerai usité (on a proposé la latérite qui se trouve en abondance aux Indes anglaises, mais ce minerai est au moins aussi impur que la bauxite, que nous avons intérêt à conserver puisqu'elle existe chez nous en abondance) et étant accompagnée de nombreuses impuretés, il devient nécessaire de la purifier ou en d'autres termes d'en extraire de l'alumine très pure laquelle permettra d'obtenir l'aluminium à la pureté exigée.

Cette question de la production de l'alumine est le grand point dans la métallurgie de l'aluminium ; c'est elle qui empêche l'abaissement du prix de revient, c'est elle que les chercheurs électrochimistes auront le plus intérêt à résoudre.

A l'heure actuelle l'alumine est obtenue par voie chimique humide. Voici en quelques mots les phases de ce procédé : la bauxite (oxyde hydraté d'aluminium et de fer) est broyée, tamisée, calcinée, puis traitée par une solution chaude de soude caustique qui dissout l'alumine, les corps étrangers étant séparés par filtration. De la solution claire, l'alumine est précipitée sous forme *cristalline* (ce qui est nécessaire pour faciliter le lavage) puis lavée, séchée et calcinée. Elle est alors prête à être dissoute dans le bain de cryolithe, où elle subira l'électrolyse. On conçoit qu'un pareil procédé soit horriblement coûteux, mais jusqu'ici il a conservé droit de cité.

Hall, dont on connaît les travaux et qui créa la métallurgie de l'aluminium aux Etats-Unis (aux détriments d'Héroult), a proposé un procédé qui consiste à fondre la bauxite au four électrique en présence d'une quantité de charbon suffisante pour réduire les impuretés ; récemment Betts a brévété un procédé de raffinage de l'aluminium impur obtenu par réduction directe de la bauxite. En attendant que la pratique se prononce sur ces procédés, l'importante question que nous venons de signaler appelle la solution encore à venir.

Avant de terminer avec l'aluminium nous devons dire quelques mots des alliages d'aluminium et de la soudure de ce métal, qui sont les deux facteurs susceptibles d'ouvrir plus grande encore la porte des débouchés possibles pour l'aluminium.

Alliages d'aluminium. — L'aluminium sous forme d'alliages voit ses emplois croître considérablement. A côté des applications employant le métal pur, et dont les principaux sont : l'aluminothermie, la fonderie d'acier, les explosifs, les lignes électriques, etc., l'aluminium partout où il est usité comme matériel de construction doit nécessairement être employé sous forme d'alliage. Ce métal pur est en effet trop mou : coulé, sa résistance de rupture est de 10 kg : mm²; laminé, étiré, recuit, elle peut atteindre 15 kg : mm²; il est donc nécessaire d'accroître sa résistance mécanique par adjonction en proportion déterminée d'un métal étranger.

Joseph W. Richards a publié une étude très complète sur les propriétés des alliages d'aluminium ; les alliages les plus résistants sont à base de chrome, de manganèse, de cuivre (bronzes d'al.), de nickel, de magnésium (magnalium), de tungstène (partinium). Néanmoins ces alliages sont assez chers ; aussi le plus généralement employé est-il l'alliage aluminium-zinc qui donne une excellente résistance mécanique, pour un coût peu élevé.

L'alliage à 16 pour 100 de zinc possède une résistance mécanique de 15 kg : mm² et un allongement de 5 à 6 pour 100 ; par augmentation de la proportion de zinc on augmente la résistance tout en diminuant l'allongement et accroissant la fragilité.

Ces alliages bon marché, dont la qualité principale est la légèreté, conviennent bien pour toutes les applications nombreuses que l'on entrevoit aujourd'hui : carrosserie et wagons, cloisons légères, pièces moulées pour l'automobile et l'aéronautique, etc. C'est un bel avenir qui s'ouvre enfin, facilité par la soudure, aujourd'hui possible, et dont nous allons parler.

Soudure de l'aluminium. — Il paraîtra peut-être puéril de présenter la question de la soudure de l'aluminium et ses alliages comme une conquête industrielle. Tel est cependant le cas, et ceci n'a rien d'exagéré; n'oublions pas en effet qu'un métal, pour voir se généraliser ses applications, doit pouvoir se prêter aux opérations diverses de façonnage et de travail mécanique, au premier rang desquelles vient la soudure.

Or la soudure de l'aluminium, impossible à réaliser jusqu'ici, a été le principal obstacle au développement de ce métal. C'est qu'en effet non seulement l'aluminium s'oxyde très facilement, mais encore l'alumine provenant de cette oxydation forme une pellicule isolante extrêmement mince, mais suffisante pour empêcher la jonction intime des deux faces à réunir. De tout temps la découverte d'un bon procédé de soudure de l'aluminium a préoccupé les chercheurs. Depuis Debray qui proposait une soudure à base d'argent (les alliages Al-Zn s'obtenant facilement), depuis Bourbouze qui proposait l'étamage dans un but analogue, jusqu'aux récentes recherches, les expérimentateurs de tous genres — les sérieux.... et les autres — ont proposé de multiples formules, en vain.

Les seuls procédés ayant pu donner des soudures résistantes furent les procédés dans lesquels la pellicule est enlevée mécaniquement ou évitée : tels sont les procédés d'Heraeus qui chauffe les pièces à souder en atmosphère réductrice jusqu'au point de fusion et procède à la jonction par martelage, de Cowper-Coles qui agit par pression des deux parties à souder, de Schmidt, de Josse qui emploient le courant électrique, etc.

Mais tous ces moyens exigent l'emploi de machines à souder spéciales ne convenant que pour des pièces de forme déterminée.

Il appartenait à un jeune chimiste, M. Odam, de trouver la formule pratique, qui consiste non pas dans l'emploi d'un alliage, mais dans celui d'un désoxydant qui, remplissant le rôle de dissolvant envers l'alumine, supprime la fâcheuse pellicule.

Cette pellicule supprimée, la soudure du métal devient facile à opérer, au même titre que celle des autres métaux : fer, cuivre, plomb, et l'on opère de la même façon, c'est-à-dire au chalumeau à soudure autogène.

Pour donner une idée des résultats obtenus par cette méthode, voici un procès-verbal provenant du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers (15 janvier 1905), essais effectués comparativement sur des fils d'aluminium soudés et non soudés, par M. Breuil, le chef de la section d'essais des métaux :

Diamètre des fils en mm.	Charge de rupture en kg : mm².	Allongement en pour cent.	Nature de la rupture.
0,35	16,5	—	rompu hors soudure.
0,35	15,7	—	fil non soudé.
0,35	15,2	—	rompu hors soudure.
0,35	16,5	—	rompu hors soudure.
1,6	10,0	4	rompu au ras de la soudure.
1,6	8,0	6	rompu hors soudure.
2,2	11,3	13	rompu hors soudure.
2,9	11,2	18	rompu hors soudure.

Le problème semble donc bien résolu, et c'est là un progrès de la plus haute importance pour l'avenir de l'aluminium; c'est pour cette raison que nous avons tenu à le signaler.

(*A suivre.*) J. Izart.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Le Board of Trade et la distribution de l'énergie électrique à Londres. — Dans la grande discussion qui vient d'avoir lieu sur le projet du London County Council pour distribuer l'énergie sur une grande échelle, M. Lewellyn Smith, secrétaire du Board of Trade, a exprimé les doléances du public. M. Smith, tout en évitant de donner aucune opinion sur les avantages relatifs d'une exploitation par l'Etat ou particulière, a dit que s'il était possible de faire aboutir un projet qui réunirait les avantages d'un contrôle public joint à l'initiative d'une entreprise particulière, ce serait une solution idéale de ce problème difficile. M. Smith dit qu'il était grand besoin qu'un vaste projet soit élaboré pour la distribution de l'électricité dans Londres, ville relativement en retard, puisque seulement la dixième partie de la force motrice qu'on y emploie, est empruntée aux distributions d'énergie électrique. Il ne dit pas que tous les quartiers de Londres ne se prêtaient pas également à la distribution en détail de la force motrice électrique, et l'on sait que si ce problème avait été présenté à la législature de 1882, il n'y avait pas de doute qu'on aurait abouti. On doit en effet reconnaître, ainsi que ce Bill l'avait mentionné, que Londres possède actuellement beaucoup de stations centrales, et que les concessions que les autorités locales avaient obtenues avec la permission du Parlement, ne pouvaient maintenant pas être négligées. Quoique désirant traiter équitablement avec les entreprises des autorités locales, le Board of Trade sentait bien que rien ne devrait empêcher une distribution efficace et bon marché de l'énergie électrique de s'établir.

Une telle distribution pourrait être obtenue seulement à l'aide d'une grande station centrale qui devrait être en dehors des quartiers populeux de Londres, dans une situation commode au point de vue économique. Il n'était pas sûr du tout que cette condition serait remplie par les propositions du London County Council quant à ses stations de génération.

Le Board of Trade désirait que le Bill soit transformé et qu'au lieu d'un projet d'essai on lui substitue un projet plus grand, efficace et complet. Il se demandait jusqu'à quel point le London County Council voulait entreprendre des affaires risquées et spéculatives.

Les signaux électriques sur le London, Brighton and South Railway. — De grandes modifications et des perfectionnements nombreux sont en voie de réalisation à la gare Victoria du London, Brighton and South Coast Railway, la gare si bien connue des visiteurs de Londres. En même temps que ce travail, on a décidé de remplacer le système ordinaire de signaux mécaniques par des signaux électriques automatiques.

Malheureusement les difficultés qu'on rencontre en faisant des changements aussi importants, tandis que le trafic ordinaire est en pleine activité, ne sont pas petites, et on a éprouvé des retards et des arrêts considérables à cause d'une foule de petits accidents et des difficultés apportées par la pose des nouveaux signaux. On dit que ces difficultés proviennent en partie de ce que les lignes nouvelles partant de la station ont été placées dans un terrain bas et marécageux le long du canal. Il en résultait que les contacts des signaux ne se faisaient pas régulièrement, en sorte que le fonctionnement était déplorable.

On espère cependant que cette difficulté sera surmontée, et que le nouveau système électrique montrera bientôt sa grande supériorité sur les anciennes méthodes.

Les freins des tramways. — Ce sujet a été beaucoup discuté récemment, parce que ces derniers mois il y a eu plusieurs tramways qui se sont emballés en descendant des pentes rapides et il en est résulté des accidents regrettables. Un des plus sérieux s'est produit récemment sur un des nouveaux cars du réseau du London County Council près de Highgate Hill. Ces tramways, qui sont excessivement confortables, sont équipés : *a*) du frein à main ordinaire, *b*) du frein électrique à rhéostat, *c*) du frein à patin sur la voie, actionné par le courant des moteurs. Malgré toutes ces précautions une voiture s'emballa en descendant une déclivité rapide de Archway Road l'après-midi de samedi, 23 juin. Il est bon de faire remarquer que la route, très animée en cet endroit, le fut spécialement ce jour-là. C'est aussitôt après être parti du haut de la colline, que la vitesse du tramway augmenta à un degré sérieux, et on vit bientôt que le mécanicien n'était plus maître de sa voiture. Il entra en collision avec un corbillard qui fut entièrement brisé, puis il heurta une voiture de déménagement, qui, quoique le cocher fût averti, ne put pas se retirer assez tôt de la voie. Poursuivant sa route, le tramway rencontra un omnibus automobile qui descendait lentement la colline et le jeta dans la devanture d'un magasin qui fut entièrement brisée, ainsi qu'une autre boutique un peu plus éloignée, Toujours suivant les rails, le tramway alla buter dans un autre tramway au bas de la rampe, et puis les deux voitures s'arrêtèrent en rencontrant, dans le milieu de la route, un candélabre de l'éclairage électrique, qui fut entièrement brisé.

Il y avait sur le tramway vingt-trois personnes qui, pour la plupart, essayèrent de se sauver en sautant de la voiture, mais à cause de la grande vitesse, elles furent grièvement blessées. Dans la collision trois hommes furent tués, en plus des blessés qui furent transportés à l'hôpital avec des blessures très sérieuses. L'enquête officielle sur la cause de l'accident n'est pas encore terminée, mais il est assez évident que le mécanicien employa d'abord le frein à main, rendant ainsi inutile le frein magnétique, qui est actionné par le courant produit par les moteurs. Depuis cet accident-là il y en a eu un autre, tout aussi dangereux, le 1er juillet, à Halifax où deux hommes furent tués par un tramway emballé sur une pente de plus de 10 pour 100, près de New-Bank. Dans ce cas la voiture était pourvu d'un frein à main, d'un frein rhéostatique et d'un patin mécanique. Le mécanicien dit que tous les freins étaient en bon état, mais que les rails étaient très gras.

Le jour suivant, un car s'échappa d'une manière pareille sur une ligne tout aussi dangereuse des hauteurs de Upper Norwood (près du Crystal Palace), mais heureusement le mécanicien l'a arrêté au bas de la rampe sans aucune conséquence grave. Ces événements ont sans doute causé un sentiment d'inquiétude parmi le public, et au Parlement on a demandé une enquête détaillée sur ce sujet.

On se souvient que, tout récemment, l'ingénieur principal du London County Council fit plusieurs essais sur cette question de freins, et le car auquel arriva l'accident à Highgate avait été équipé suivant les indications résultant de ces essais. L'enquête montrera si c'est le mécanicien ou les freins qui ont été en défaut. Le frein à patin électrique consiste en un électro-aimant, constitué par le patin pouvant par l'attraction se poser sur le rail; il appuye le tramway entier sur le rail. Le courant d'excitation de l'électro est emprunté aux moteurs marchant en générateurs, en sorte qu'il est tout à fait indépendant d'aucune connexion avec la station centrale ou le fil de trolley.

C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 25 juin 1906.

Étude simplifiée des effets de capacité des lignes à courants alternatifs. — Note de M. A. Blondel, présentée par M. Mascart. — Dans une précédente note [1] j'ai montré comment le régime des courants alternatifs

[1] *Comptes rendus*, 7 mai 1906. *Erratum* : aux expressions de I et J ajouter le facteur $\epsilon^{j\gamma}$.



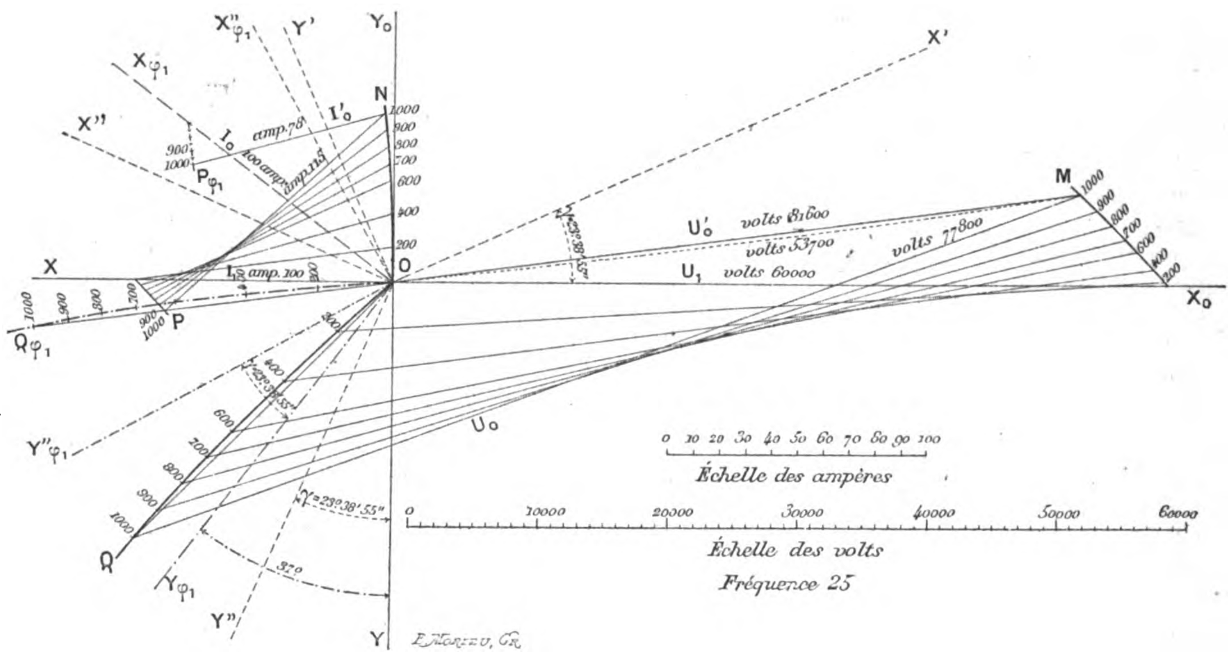
en chaque point de la ligne peut être obtenu par la superposition de deux épures relatives respectivement à la marche à vide et au fonctionnement en court-circuit. J'ai représenté ce dernier dans deux hypothèses : l'une correspondant à un décalage nul du courant à l'arrivée (courbe P des I_1 tracée en traits pleins), l'autre à un décalage $\varphi_1 = 37°$ ($\cos \varphi_1 = 0{,}80$) du même courant (courbe P_{φ_1} des I_1 tracée en traits pointillés). Les courbes Q_{φ_1} et P_{φ_1} sont obtenues simplement en faisant tourner de 37° les axes $X\ O\ Y$.

L'épure se rapportait à une transmission triphasée projetée de 1000 km débitant à l'arrivée un courant I_1 de 100 ampères par phase, à 25 périodes sous une tension étoilée U_1 de 60 000 volts (correspondant à 103 900 volts entre fils). Les trois conducteurs câblés de la ligne ont chacun 85 mm², sous 11,6 mm de diamètre extérieur ; leur écartement est de 2,50 m, et leur hauteur moyenne, 6 m au-dessus du sol. Les constantes kilométriques de chaque conducteur sont $r = 0{,}215$ ohm ; $l = 1{,}2632$ milli-henry ; $c = 0{,}29257$ ohm ; g a été pris égal à zéro, vu sa faible valeur, et à défaut de chiffres d'expérience On en a déduit : $a = 0{,}000229605$; $b = 0{,}000524334$; $m = 511{,}12$; $\gamma = 23°38'55''$. On lit sur l'épure toutes les valeurs intéressantes des tensions et courants, obtenus par exemple tous les 100 km. Notamment au point 1000 km (départ), on obtient le régime à *fournir* par l'usine génératrice :

	Pour $\cos \varphi_1 = 1$ ($\varphi_1 = 0$).	Pour $\cos \varphi_1 = 0{,}80$ ($\varphi_1 = 37°$).
Tension résultante	$U_0 = 77\,800$ v	$U'_0 = 81\,600$ A
Courant résultant.	$I_0 =$ 115 A	$I'_0 =$ 78 A
Projection de I_0 sur U_0 ou U'_0. .	107,5 A	77,5 A
Facteur de puissance $\cos \varphi_0$. . .	0,93	0,99
Puissance $U_0 I_0 \cos \varphi_0$.	25 090 kw	18 972 kw
Puissance $U_1 I_1 \cos \varphi_1$.	18 000 kw	14 400 kw
Rendement de la transmission .	0,72	0,76

On remarquera sur l'épure que (pour $g = 0$) la courbe ON s'écarte peu de sa tangente à l'origine, perpendiculaire à OX ; de même la courbe OQ s'écarte peu de la forme rectiligne et sa tangente à l'origine fait, avec OY, un angle égal à 2γ.

Cela m'a conduit à rechercher, d'une manière plus générale, pour $g > 0$, des expressions approchées des



(Cette figure a déjà été publiée dans le n° 347, dans la communication de M. Blondel, portant la date du 7 mai 1906.)

différents vecteurs figurant dans l'épure et de leurs projections intéressantes, sous forme de courtes séries ordonnées par rapport aux valeurs croissantes de la distance x, prise comme variable. En posant pour simplifier :

$$p = \omega^2 lc - gr, \qquad (1)$$

$$q = \omega cr + \omega lg, \qquad (2)$$

j'ai trouvé ainsi les expressions suivantes :

Valeurs approchées. — Valeurs exactes.

$$\text{Vecteur} \dots\dots\ OM = U_1\left(1 - \frac{p}{2}x^2\right) + \dots\dots = U_1\sqrt{\frac{\operatorname{coh} 2ax + \cos 2bx}{2}} \qquad (3)$$

$$\text{Projection sur } OX_0 = U_1\left(1 - \frac{p}{2}x^2\right) + \dots\dots \qquad (4)$$

$$\text{Projection sur } OY_0 = U_1 \cdot \frac{q}{2}x^2\left(1 - \frac{p}{6}x^2\right) + \dots\dots \qquad (5)$$

$$\text{Vecteur} \dots\dots\ ON = U_1\sqrt{g^2 + \omega^2 c^2}\,x\left(1 - \frac{p}{6}x^2\right) + \dots = \frac{U_1}{m}\sqrt{\frac{\operatorname{coh} 2ax - \cos 2bx}{2}} \qquad (6)$$



Valeurs approchées. Valeurs exactes.

$$\text{Projection sur } OX_c = U_1\left(gx - \frac{pg + q\omega c}{6}x^3\right) + \ldots\ldots \quad (7)$$

$$\text{»} \quad OY_0 = U_1\left(\omega cx - \frac{\omega p - gp}{6}x^3\right) + \ldots\ldots \quad (8)$$

$$\text{Vecteur}\ldots\ldots\ OQ_{\varphi 1} = I_1 zx\left(1 - \frac{p}{6}x^2\right) + \ldots\ldots\ldots\ldots = mI_1\sqrt{\frac{\text{ch}\, 2ax - \cos 2bx}{2}} \quad (9)$$

$$\text{Projection sur } OX_{\varphi 1} = I_1\left(rx - \frac{pr + q\omega l}{6}x^3\right) + \ldots\ldots \quad (10)$$

$$\text{»} \quad OY_{\varphi 1} = I_1\left(\omega lx - \frac{\omega lp - rq}{6}x\right) + \ldots\ldots \quad (11)$$

Je n'indique que les expressions utiles pour les calculs usuels. Quant au vecteur $OP_{\varphi 1}$ et à ses projections, les expressions sont les mêmes que pour OM en remplaçant U_1 par I_1. A ces expressions, il est intéressant pour les applications d'ajouter celles des angles suivants :

Valeurs exactes. Valeurs approchées.

$$\widehat{MOX_0} = \text{arc tang tang h } ax \text{ tang } bx\ldots = \text{arc tang}\left[\frac{q}{2}x^2\left(1 + \frac{p}{3}x^2\right)\right] + \ldots \quad (12)$$

$$\widehat{NOP_{\varphi 1}} = \pi - \text{arc tang}\frac{\sin 2bx}{\text{sh}\, 2ax} - \varphi_1 - \gamma \quad (13)$$

$$\widehat{MOQ_{\varphi 1}} = \pi - \text{arc tang}\frac{\sin 2bx}{\text{sh}\, 2ax} + \varphi_1 + \gamma \quad (14)$$

$$\widehat{XOQ} = \widehat{X_{\varphi 1}OQ_{\varphi 1}} = \text{arc tang}\frac{\text{tang } bx}{\text{tang h } ax} - \gamma \ldots\ldots = \text{arc tang}\frac{6\omega l - (\omega lp - rq)x^2}{6r - (pr + \omega lq)x^2} + \ldots \quad (15)$$

$$NOX_0 = \text{arc tang}\frac{\text{tang } bx}{\text{tang h } ax} + \gamma \ldots\ldots = \text{arc tang}\frac{6\omega c - (\omega cp - gq)x^2}{6g - (gp + \omega cq)x^2} + \ldots \quad (16)$$

Ces valeurs des vecteurs et des angles permettent d'effectuer rapidement les calculs des vecteurs résultant par les formules :

$$\overline{Q_{\varphi 1}M}^2 = \overline{Q_{\varphi 1}O}^2 + \overline{OM}^2 + \overline{2OQ_{\varphi 1}OM} \cos \widehat{Q_{\varphi 1}OM},$$

$$\overline{P_{\varphi 1}N} = \overline{P_{\varphi 1}O}^2 + \overline{ON}^2 - \overline{2OP_{\varphi 1}ON} \cos \widehat{NOP_{\varphi 1}}.$$

Elles permettent aussi de remplacer dans les calculs le vecteur OQ par ses projections, en remplaçant simplement les valeurs rx et ωlx qu'auraient la résistance et l'inductance pour une ligne sans capacité par les valeurs corrigées des équations (10) et (11). Le calcul graphique des effets d'impédance des lignes présentant de la capacité peut alors se faire, au moyen de ces corrections de r et de ωl, *comme pour les lignes sans capacité*, en ajoutant en outre, au vecteur U_1 de la tension à l'arrivée un petit segment correctif X_0M dont les projections se déduisent des valeurs données plus haut pour les projections de OM : (4) et (5).

Ces formules approchées, qui dispensent des calculs de a et b et de l'emploi des fonctions hyperboliques, donnent des résultats très suffisamment exacts pour toutes les lignes aériennes ordinaires dont la longueur ne dépasse pas 500 km et pour les lignes souterraines usuelles jusqu'à 50 km ; au delà, il vaut mieux employer les formules complètes ou les expressions plus simples données dans ma précédente communication, et rapportées à des axes auxiliaires.

Séance du 2 juillet 1906.

Sur la détermination des points de transformation de quelques aciers par la méthode de la résistance électrique. — Note de M. P. Fournel, présentée par M. H. Moissan. — De nombreuses recherches [1] ont été effectuées dans le but de déterminer les points de transformation du fer et des aciers par les variations de la résistance électrique avec la température. Ces recherches n'ont mis nettement en évidence que le point appelé A_3 par M. Osmond [2].

J'ai été amené, en vue d'autres expériences, à étudier ce phénomène dans des conditions particulièrement précises. Les résultats que j'ai obtenus montrent que cette méthode permet de caractériser également les transformations A_1 et A_2.

Les mesures ont été effectuées sur des fils de 0,3 mm de

[1] Hopkinson, *Philos. Trans.*, t. CLXXX, 1889, p. 443. — Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. CX, 1890, p. 283. — Morris, *Philos. Mag.*, 5e série, t. XLIV, 1897, p. 177. — Harrisson, *Ibid.*, 6e série, t. III, 1903, p. 177. — Boudouard, *Bull. Soc. Enc.*, t. CV, 1903, p. 449.

[2] Osmond, *Annales des Mines*, 8e série, t. XIV, 1888, p. 5.

diamètre. Les échantillons à étudier, d'une longueur d'environ 30 cm, étaient enroulés sur une double feuille de mica et chauffés dans le vide par un four électrique à résistance. Le fil placé en série avec un ohm étalon était parcouru par un courant de quelques centièmes d'ampère. En mesurant à l'aide d'un potentiomètre les différences de potentiel aux bornes de l'échantillon et aux bornes de l'ohm étalon, j'avais à chaque température la résistance cherchée. Cette méthode présente l'avantage d'éliminer les variations de résistance des autres parties du circuit et de ne pas exiger une source de force électromotrice rigoureusement constante. Les températures étaient données par un couple Le Chatelier dont la soudure était placée entre les deux feuilles de mica.

J'ai eu soin d'opérer dans chaque série de mesures avec la même vitesse d'échauffement et de refroidissement.

Cette précaution est nécessaire dans de telles expériences où les phénomènes de viscosité atteignent une grande importance et ne permettent pas de comparer les résultats obtenus avec des vitesses de variation thermique différentes.

Les mesures ont été effectuées sur huit échantillons. Pour plus de clarté, je n'ai représenté dans le graphique ci-après que les courbes relatives aux cinq échantillons :

N°s.	C en centièmes.	Si en centièmes.	Mn en centièmes.
I	0,08	0,24	0,45
II	0,11	0,02	0,35
III	0,22	0,35	0,57
IV	0,37	0,126	0,47
V	1,05	?	0,25

L'examen micrographique (1) a montré que la répartition du carbone n'était pas homogène dans une même section droite du fil. Dans tous les cas, la partie centrale était plus carburée que la périphérie ; ce fait explique certaines particularités indiquées plus loin.

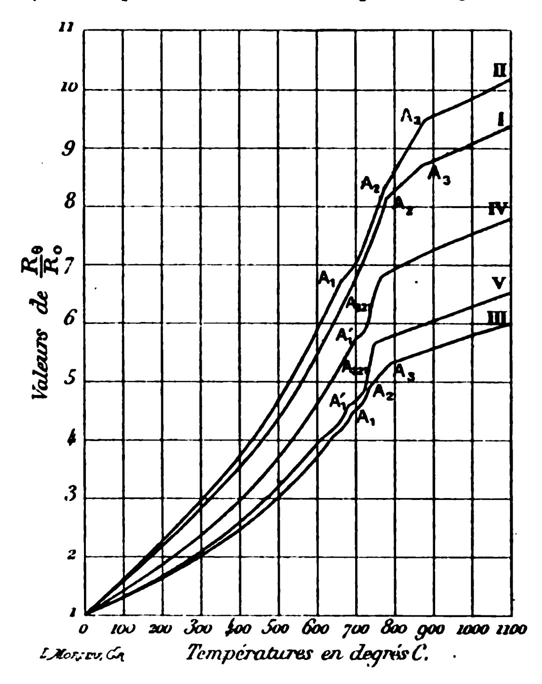
Les courbes représentent les variations de résistance observées à l'échauffement, chaque échantillon ayant été au préalable recuit pendant le même temps à 1000° dans le vide. Les abscisses sont proportionnelles aux températures, les ordonnées aux valeurs de $\frac{R_t}{R_0}$, R_0 étant la résistance à 0°.

Transformation A_1. — Le point A_1 qui correspond à la dissociation de la cémentite, n'apparaît pas dans l'échantillon I à 0,08 pour 100 de carbone. Il est indiqué à 670° pour le n° II et 695° pour le n° III par un point de rebroussement très net des courbes d'échauffement. Pour les échantillons IV et V qui présentent une transformation unique $A_{3.2.1}$, les courbes indiquent également, vers 700°, un point anguleux que j'ai appelé A'_1 ; ce point correspond certainement à la transformation qui se produit à ce moment dans la périphérie moins carburée.

Transformation A_2. — La fin de la transformation du fer α en fer β se traduit, pour les échantillons I (775°), II (780°) et III (740°), par une orientation nouvelle des courbes qui à partir de ce moment deviennent rectilignes. L'influence du manganèse sur la position de ce point est nettement marquée dans l'échantillon III (Mn = 0,57 pour 100), pour lequel A_2 se trouve à 740°, alors que dans un même acier, moins le manganèse, il se trouverait vers 775° (1).

(1) Cet examen micrographique a été fait par M. Osmond à qui j'exprime ma reconnaissance pour les renseignements qu'il m'a fournis au sujet du présent travail.

Transformation A_3. — Le passage du fer de l'état β à l'état γ correspond à un nouveau point anguleux qui



s'abaisse rapidement dans l'échelle des températures quand la teneur en éléments étrangers augmente. Le point A_3 se trouve à 880° pour le numéro I, à 890° pour le numéro II, et à 790° pour le numéro III. Là encore l'influence du manganèse se superpose à celle du carbone.

Transformation $A_{3.2.1}$. — Elle est indiquée dans des échantillons IV et V, par un accroissement brusque de la résistance. Cet accroissement se produit dans un intervalle de température, d'autant plus restreint que l'alliage est plus riche en éléments étrangers ; n° IV : de 730° à 770°, n° V : de 730 à 750°.

En résumé, la méthode de la résistance électrique m'a permis de déterminer, pour les cinq échantillons étudiés, les points critiques suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.
A_1	»	670°	695°	730°-770°	730°-750°
A_2	775°	780°	740°		
A_3	880°	890°	790°		

Séance du 9 juillet 1906.

Sur la mesure de la capacité et de la self-induction des lignes télégraphiques. — Note de M. Devaux-Charbonnel, présentée par M. Becquerel. — La connaissance exacte de la capacité et de la self-induction des lignes télégraphiques est indispensable pour l'étude de la

(1) On sait que dans les aciers ne contenant que du carbone et jusqu'à la teneur 0,35 pour 100, la position du point A_2 n'est pas sensiblement modifiée quand la proportion de carbone augmente.



propagation du courant. Ces deux éléments jouent, en effet, un rôle prépondérant, avec les procédés modernes de transmission, pour lesquels les signaux se succèdent avec une telle rapidité que le régime permanent n'est jamais atteint.

Leur valeur est demeurée jusqu'ici assez incertaine à cause des difficultés que présente leur détermination. Il s'agit en effet de lignes à simple fil ayant leurs deux extrémités en relation avec le sol et qui recueillent des courants provenant des installations industrielles, tramways électriques ou bureaux télégraphiques du voisinage. De plus, les artères aériennes étant très chargées, les conducteurs sont toujours exposés à l'induction des fils voisins. Ces deux circonstances contribuent à créer des courants parasites qui viennent troubler les mesures.

On peut néanmoins en prenant certaines précautions arriver à des résultats satisfaisants. Voici, après quelques tâtonnements, les procédés auxquels nous nous sommes arrêtés.

Capacité. — La capacité a été mesurée au moyen du galvanomètre balistique. L'influence des courants parasites a été éliminée en opérant avec une force électromotrice élevée, une centaine de volts, en alternant les fils et en prenant la moyenne d'un grand nombre de mesures.

Nous avons dû aussi tenir compte de l'imperfection de l'isolement. Nous avons tout d'abord renoncé à employer le courant de charge, car le courant de perte fausse la lecture et il est à peu près impossible de calculer la correction à appliquer de ce fait. Nous avons donc utilisé la décharge de la ligne. Une partie de la charge disparaît alors sans traverser le galvanomètre balistique pendant le temps que la clef de décharge met à passer du butoir correspondant à la pile à celui correspondant au galvanomètre, et aussi pendant le temps que dure la décharge elle-même. Ce dernier temps est réduit autant que possible et rendu négligeable en opérant sur des lignes courtes. Quant à celui qui provient du fonctionnement de la clef, nous avons indiqué antérieurement comment on peut le mesurer au moyen d'un condensateur. Il est voisin de un millième de seconde, et la correction correspondante est en général inférieure à 1 pour 100.

Les nombres qu'on obtient montrent que :

1° La capacité des fils aériens est supérieure à la valeur théorique; ceci provient de ce que le calcul ne tient pas compte de la présence de corps conducteurs voisins autres que le sol.

2° Elle varie avec l'état hygrométrique de l'atmosphère. Elle augmente par temps humides, ce qui est naturel, puisqu'un plus grand nombre de surfaces voisines du fil deviennent conductrices.

Voici quelques chiffres en microfarads par km :

	Fil de 4 mm.	Fil de 5 mm.
Capacité théorique	0,0058	0,0060
Capacité mesurée — temps humide	0,0105	0,0120
Capacité mesurée — temps sec	0,0087	0,0090

Self-induction. — La mesure de la self-induction est à peu près impossible, si l'on ne supprime pas toute connexion directe avec le sol, sans quoi des courants parasites intenses se superposent aux courants de fermeture et d'ouverture de la pile d'essai, et les dénaturent complètement.

On réalise un dispositif expérimental acceptable en formant une boucle entièrement métallique, avec deux fils suivant des parcours différents, mais ayant leurs extrémités communes. On opère avec un pont de Wheatstone, renfermant dans la quatrième branche une self-induction réglable. On emploie pour fermer et ouvrir le circuit de la pile d'essai un manipulateur rotatif qui inverse à chaque révolution les connexions des pôles de la pile et celles du galvanomètre, de telle façon que les courants d'ouverture et de fermeture circulent toujours dans le même sens dans ce dernier; le manipulateur peut fonctionner jusqu'à 60 fois par seconde, ce qui donne de la sensibilité à la méthode et réduit beaucoup l'importance du courant induit par les fils voisins.

Mais il faut bien prendre garde que la self-induction ainsi mesurée n'est qu'une self-induction apparente. Il faut tenir compte de la capacité pour en déduire la self-induction vraie. La correction est égale à $\frac{1}{3} CR^2$ pour une ligne homogène à la terre à ses deux extrémités (C et R capacité et résistances totales). Si la ligne renferme des sections de différentes spécifications, la correction est de $\frac{C}{3R}(R_1^3 - R_2^3)$ pour une section de capacité C, de résistance R, et dont chaque extrémité est séparée du point relié au sol par les résistances R_1 et R_2. Comment faut-il calculer ces corrections dans le cas d'une boucle n'ayant aucun point à la terre? La capacité étant toujours mesurée par rapport au sol, il faudra déterminer les résistances par rapport au point de la ligne dont le potentiel sera nul. La position de ce point n'est pas connue *a priori*; des expériences préliminaires consistant à mettre un point au sol et à faire varier sa position, ont montré qu'il s'établit sur la boucle une certaine symétrie et que le point qui partage en deux parties égales la résistance de la ligne est celui qui se trouve au potentiel zéro, en l'absence de connexion avec le sol.

Voici les chiffres que nous avons trouvés pour les lignes en cuivre, métal non magnétique, en henry par km :

Lignes aériennes	0,00205
Lignes souterraines isolées à la gutta	0,00215
Lignes souterraines isolées au papier	0,00198

Pour les lignes en fer les chiffres sont plus élevés, à cause de la perméabilité du métal. Cette perméabilité est variable avec les divers échantillons soumis aux essais, elle dépend aussi de l'intensité du courant.

Les chiffres suivants sont déduits des valeurs trouvées pour la self-induction de deux lignes en fer :

Première ligne.		Deuxième ligne.	
Intensité	μ	Intensité	μ
5 milliampères	112	10 milliampères	140
20 —	75	38 —	91

En pratique les courants télégraphiques sont compris entre 20 et 30 milliampères, on peut admettre en moyenne la valeur 80 pour μ, ce qui donne une self-induction linéaire de 0,006 henry par km.



BIBLIOGRAPHIE

La Houille verte, par H. Bresson. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 25 × 10 cm ; 278 pages. — Prix : 7,50 fr.

Ces jeunes éditeurs nous en feront voir, décidément, de toutes les couleurs. Après la noire et la blanche, voici la verte ; et, comme nous sommes ici en plein pays normand si plantureux et si sain, c'est à la fois de la verte et de la pas mûre et de la verte oxygénée ; bref, il y en a pour tous les goûts. — Quoi qu'il en soit, et heureux d'avoir trouvé un nom nouveau, ce qui fait toujours bien et contribue à la vente, M. Bresson nous présente aujourd'hui sous ce titre un aperçu de la « Mise en valeur *possible* des moyennes chutes d'eau en France », autrement dit de l'emploi de l'énergie des cours d'eau de plaine, ainsi opposée à celle des torrents de montagnes. Après s'être fait la main en utilisant pour la production de l'énergie électrique, à son propre usage, un vieux moulin dont il était propriétaire, l'auteur s'est convaincu lui-même de tout le parti à tirer de tant de sources de travail perdues depuis des siècles dans bien des cas, depuis nombre d'années dans d'autres où des moulins jadis prospères ont dû être abandonnés en présence d'autres engins plus modernes et des plus grandes facilités de relations entre régions diverses. Il a dès lors esquissé dans un volume de vulgarisation très attrayant, ne fût-ce que par ses vues photographiques et ses cartes régionales, un ensemble des ressources que présente, dans cet ordre d'idées, la Normandie minutieusement fouillée par lui à cet effet. Il a ainsi ouvert une voie nouvelle au développement de la richesse publique et montré ce que chacun de nous pourrait faire, pour le plus grand bien de tous, dans les contrées qui lui sont le plus familières. On lui doit réellement, à ce titre, de la reconnaissance. — Que son mode de présenter les choses de façon humoristique de plus ou moins bon aloi ne soit peut-être pas du goût de tout le monde, c'est autre chose ; mais il y a dans cette petite œuvre des aperçus qui sortent de la banalité, et des côtés statistiques, par exemple, des plus intéressants, indépendamment de l'esprit d'initiative toujours louable qu'elle dénote. En un mot, c'est quelque chose. — Que, par exemple, l'auteur dépouille au plus tôt sa locution vicieuse d'applications *hydro*-électriques trop légèrement empruntée à tant d'auteurs ignorants du sens des mots ou indifférents à leur valeur ! Les forces *hydrauliques* ne peuvent donner lieu qu'à des applications *hydraulico*-électriques, dans lesquelles l'eau joue un rôle physique ou mécanique, l'expression « hydro-électrique » devant être exclusivement réservée à celles où l'eau intervient chimiquement, piles *hydro*-électriques, etc. — A cela près, aimable volume, presque autant de tourisme que d'étude. E. Boistel.

L'Électricité industrielle mise à la portée de l'ouvrier, par Rosenberg, traduction Mauduit, 2e édition. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 19 × 12 cm ; 490 pages. — Prix : 8,50 fr.

Ce que nous avons déjà dit de la première édition française de ce volume (1) nous dispensera de nous étendre longuement sur celle-ci. L'ouvrage bénéficie d'ailleurs, comme tous ses congénères, de l'analogie de son titre avec celui de l'heureuse publication de notre ami Laffargue : « Manuel pratique du monteur électricien » contre « Manuel pratique à l'usage des monteurs, électriciens, etc. » ; il faut avouer qu'il y a là plus qu'un air de famille. L'ouvrage est d'ailleurs bien fait et adéquat à son objet, sans tomber dans la *vulgarisation vulgaire*, grand écueil de ces sortes d'ouvrages ; il est même remarquable dans certaines de ses parties encore moins faciles à traiter et faire comprendre sans mathématiques qu'avec x. — Cette deuxième édition étant annoncée comme « augmentée d'un supplément », nous nous sommes naturellement précipité sur sa fin pour y trouver ledit supplément et nous avons cru tout d'abord à une mystification, ce prétendu supplément ou complément se réduisant, en apparence, soit à la table, soit à la fin du volume, à quelques lignes de renvoi à la page 65. Heureusement, nous avions compté sans la modestie du traducteur qui, sans en rien afficher autrement que par quelques mots de sa préface, a, de son chef, et ce n'est pas ce qu'il y a de moins bon, ajouté à l'œuvre allemande deux chapitres respectivement intitulés Distribution de l'énergie électrique et Photométrie et Éclairage. Pendant qu'il était en train, l'honorable traducteur aurait dû, en même temps, harmoniser tout le corps de l'ouvrage avec ce sage principe de son auteur (p. 49) : « il ne faut pas confondre les deux mots *travail* et *puissance* » ; c'est, en effet, une des notions fondamentales les plus indispensables à inculquer, surtout à une classe de travailleurs que leur instruction première peu développée rend encore plus réfractaires à une rectification ultérieure de fausse conception initiale. E. Boistel.

Règles normales de l'Association des électriciens allemands pour la comparaison et l'essai des machines et transformateurs électriques, suivies des Commentaires de Dettmar, traduction Loppé et Thouvenot. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 19 × 12 cm ; 72 pages. — Prix : 2,50 fr.

Qu'on nous pardonne la longueur de ce titre qui dépasse presque celle de notre article ; mais d'abord il n'est pas de nous, et ensuite il contient en lui-même toute l'analyse de la publication, que les traducteurs ont eu l'heureuse idée de nous donner. Il y a longtemps déjà que, sur l'incompétente initiative d'un président bourdonnant,

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, 1905, p. 510.

ni ingénieur, ni industriel, ni rien du tout, le Syndicat professionnel des Industries électriques avait voulu faire œuvre analogue; mais il avait dû promptement reconnaître qu'il n'avait ni dans son sein les éléments techniques ni à sa tête l'autorité nécessaires à cet effet, et le projet s'était, comme tant d'autres, en allé à vau-l'eau. La lacune est aujourd'hui, heureusement, comblée. Ce ne sont pas d'ailleurs seulement les règles normales proprement dites que nous en donne la plaquette; elles en occupent à peine le tiers. Le reste en est rempli par les Commentaires non moins intéressants et précieux de M. Dettmar, ajoutés aux éditions allemandes de 1902 et de 1903, cette dernière contenant également un complément officiel aux règles antérieures. E. Boistel.

Stromverteilungssysteme und Berechnung Elektrischer Leitungen (Systèmes de distribution et calcul des conducteurs électriques), par Häfner. — *Max Jänecke*, éditeur, Hanovre, 1906. — Format : 22 × 14 cm; 326 pages. — Prix : 10,75 fr.

Les *Repetitorien der Elektrotechnik* ou Leçons répétitrices d'électrotechnique tirent à leur fin : après le dixième fascicule que nous avons annoncé dans un de nos précédents numéros, voici le neuvième de la série de douze, et, bien que l'ordre numérique n'ait jamais été celui de la publication, on sent, d'après tous ceux que nous avons déjà passés en revue, que l'on touche au port. Ce volume n'en est pas pour cela un des moins importants de la collection, tant par la nature même du sujet que par le développement qui lui est donné. Il se divise naturellement en deux parties fondamentales traitant respectivement des conducteurs principaux, feeders, points d'alimentation et conducteurs de distribution à courant continu à 2, 3 et 5 fils, puis à courants alternatifs, simples et polyphasés. A côté des principes généraux et de leur exposition théorique, les exemples numériques très multipliés et détaillés, accompagnés de figures schématiques simples explicatives, en font un ouvrage essentiellement pratique où se trouve abordé un nombre considérable des problèmes d'application courante. En dehors de tout sentiment de convenance éditoriale et de réponse due à un envoi officiel, il méritait d'être cité dans nos colonnes.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

365 002. — **Société Ateliers Thomson-Houston.** — *Perfectionnements au moteur à courant alternatif simple* (7 avril 1906).

365 024. — **Finzi et Tallero.** — *Perfectionnements aux porte-balais des machines électriques* (7 avril 1906).

305 056. — **Société allemande Felten et Guilleaume.** — *Régulation automatique des dynamos à courant continu* (9 avril 1906).

365 080. — **Leclanché.** — *Piles à dépolarisant solide* (11 avril 1906).

365 143. — **Pifre.** — *Réglage de moteurs électriques* (31 mars 1906).

365 165. — **Société anonyme Westinghouse.** — *Contrôleurs pour moteurs électriques* (11 avril 1906).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Le Triphasé. — Rapport présenté par le Conseil d'administration *à l'Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1906*. — Nous vous présentons aujourd'hui notre rapport sur la sixième année d'exploitation de notre Société.

Vous savez que nous avions un traité de quatre ans pour la fourniture de grandes quantités de courant au Métropolitain.

Ce traité est venu à échéance le 31 décembre 1905 et il en est résulté naturellement à partir de ce moment une grande diminution dans nos recettes.

Nous espérons retrouver bientôt une alimentation complète de notre usine; cependant, il faut nous attendre à une plus ou moins longue période de ralentissement dans nos recettes.

Malgré le déficit sensible qui s'est produit dans les quatre derniers mois de notre exercice, vous constaterez avec plaisir que les produits nets, au lieu de fléchir, ont légèrement augmenté

En effet, nos recettes d'exploitation qui étaient, l'année dernière, de	2 216 792,35	
Ont été cette année de	2 149 997,45	
Soit une diminution de		66 794,90 fr.
Les dépenses d'exploitation qui étaient de	958 336,85	
N'ont été cette année que de	871 532,15	
Soit une diminution de		86 804,70
Le produit net a donc augmenté de		20 009,80 fr.

Nous passerons maintenant en revue les principaux articles de notre bilan et du Compte de Profits et Pertes que vous trouverez ci-après :

Actif.

Les travaux neufs ont augmenté de	8 656,95 fr.
Le compte Valeurs en portefeuille a augmenté de pour versements sur actions souscrites à l'Électrique de Montmorency.	27 750,00
Le compte Magasin a diminué de par suite d'un moindre approvisionnement.	51 010,53
Le compte Débiteurs banquiers et divers, est en augmentation de	1 297 898,80

Passif.

Le compte Obligations est en augmentation de montant des obligations nouvelles, n°s 12 001 à 16 000, émises en juillet 1905, en vertu de l'autorisation de l'assemblée générale extraordinaire du 27 octobre 1904.	2 000 000,00 fr.
Le compte Amortissement a augmenté de ainsi qu'il sera dit plus loin.	552 265,35
Le compte Créanciers divers est en diminution de	1 324 097,95

La somme de.		114 578,80 fr.
figurant sous la rubrique coupons d'obligations représente la portion courue au 30 avril sur le prochain coupon de nos obligations, plus les coupons antérieurs non encore réclamés.		
Le total de l'amortissement, après répartition des bénéfices, sera de.		2 115 097,95

Compte de Profits et Pertes.

Les produits nets de l'exploitation s'élèvent à. . .		1 278 465,30 fr.
Dont à déduire pour jetons, tantièmes, gratifications et intérêts.		397 438,80
Il reste un bénéfice net de.		881 026,50
Tandis que l'an dernier il ne restait que		845 585,50
Différence en faveur de l'exercice actuel		35 441,00 fr.
Des bénéfices nets de.		881 026,50 fr.
Votre Conseil a jugé nécessaire de déduire	76 131,55	
pour diminuer certains comptes en les ramenant à leur valeur réelle.		
De plus, il a été porté à l'amortissement	552 265,55	
		628 394,90
Il reste ainsi un solde créditeur de		252 631,60
Que nous vous proposons de répartir comme suit :		
Réserve légale : 5 pour 100		12 631,60
Dividende : 4 pour 100 aux actionnaires.		240 000,00
Total égal.		252 631,60 fr.

Nous vous proposons de décider que les sommes inscrites au Compte d'amortissement font partie du fonds de roulement de la Société.

BILAN AU 30 AVRIL 1906

Actif.

Compte de premier établissement.	12 419 540,40 fr.
Réseau	789 271,95
Bateaux électriques	4 000,00
Matériel divers.	87 165,55
Matériel en location chez les abonnés.	665,15
Cautionnements	18 561,65
Valeurs en portefeuille	1 057 250,00
Magasin, existences à l'inventaire.	142 152,55
Prime de remboursement sur obligations.	320 000,00
Caisse, espèces.	5 204,45
Débiteurs banquiers et divers.	1 824 457,05
Total.	16 707 984,35 fr.

Passif.

Capital.	6 000 000,00 fr.
Obligations.	8 000 000,00
Amortissement.	2 115 097,95
Réserve légale.	63 157,95
Créanciers divers.	162 718,05
Coupons d'obligations	114 578,80
Profits et pertes : Bénéfice de l'exercice 1905-1906 après amortissement	252 631,60
Total.	16 707 984,35 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Actif.

Jetons des administrateurs (4 pour 100 sur les produits nets).		51 138,60 fr.
Rémunération des commissaires des comptes . . .		1000,00
Tantièmes des directeurs et gratifications au personnel.		59 279,65
Intérêts des obligations.	345 005,55	
Dont à déduire : Intérêts divers. . . .	58 985,00	
		286 020,55
Perte sur matériel revendu et rentré en magasin .		76 131,55
Amortissement		552 265,55
Solde créditeur		252 631,60
Total.		1 278 465,30 fr.

Passif.

Recettes de l'exploitation :		
Courant électrique.	2 143 277,45	
Recettes diverses.	6 720,00	
		2 149 997,45 fr.
Dépenses de l'exploitation		871 532,15
Produits nets de l'exploitation.		1 278 465,30 fr.

En vertu de l'article 18 des Statuts, vous avez à procéder au renouvellement partiel du Conseil d'administration.

Le sort a désigné comme membres sortants : MM. Charles Blech et Louis Ewald.

Ces Messieurs sont rééligibles.

En exécution de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, nous avons l'honneur de vous rendre un compte spécial de l'exécution, pendant l'exercice écoulé, des marchés et entreprises passés par notre Société avec d'autres Sociétés dont certains de ses administrateurs font en même temps partie, conformément aux autorisations données dans les Assemblées générales précédentes.

Notre Société a fourni au Secteur de Clichy une partie, au Nord-Lumière et à l'Électrique de Montmorency le total de l'énergie électrique nécessaire à leurs exploitations. Elle a acheté à la Société Alsacienne de Constructions mécaniques divers appareils.

Nous vous demanderons aussi de décider que les membres du Conseil faisant partie d'autres Sociétés soient autorisés à traiter des affaires avec nous au nom de ces Sociétés pendant le prochain exercice.

Vous aurez également à désigner un Commissaire des comptes pour l'année 1906-1907, ainsi qu'un Commissaire suppléant.

Résolutions votées a l'unanimité par l'Assemblée générale. — 1° L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui du Commissaire, approuve le bilan et les comptes de l'exercice 1905-1906.

Elle décide de porter à la réserve légale	12 631,60 fr.
Et de distribuer 4 pour 100 aux actionnaires, soit . .	240 000,00
Total	252 631,60 fr.

2° Le dividende sera payé à partir du 30 juin 1906 aux caisses désignées pour le dépôt des titres, sous déduction des impôts de finance et sur présentation du coupon n° 6, à raison de : 18 fr 20 net par coupon au porteur, et 19 fr 20 net par coupon au nominatif.

3° L'Assemblée décide que les sommes portées au Compte Amortissement font partie du fonds de roulement de la Société et peuvent être employées en valeurs de portefeuille.

4° L'Assemblée nomme Administrateurs, pour une durée de six ans, MM. Charles Blech et Louis Ewald.

Ces Messieurs acceptent.

5° L'Assemblée donne à ceux de ses Administrateurs qui font en même temps partie d'autres Sociétés les autorisations prévues par la loi de 1867, en raison des affaires qui pourraient être traitées avec ces Sociétés.

6° L'Assemblée nomme pour l'année 1906-1907 Commissaire des comptes M. Ernest Trapp, et Commissaire suppléant M. Joseph Baur.

Dans le cas où ce dernier aurait à remplir les fonctions de Commissaire, il recevrait la rémunération allouée au Commissaire.

L'Assemblée fixe la rémunération du Commissaire des comptes à 700 francs, et celle du Commissaire suppléant à 300 francs.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

57 758. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

15e Année. — N° 351. **10 Août 1906.**

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
—	—	—
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

L'industrie électrotechnique aux États-Unis. — Les statistiques de l'administration américaine des finances montrent bien l'énorme développement que prend dans ce pays l'industrie électrotechnique :

	1900.	1905.
Nombre des entreprises	580	183
Capitaux engagés, en millions de francs . .	415	955
Capital par entreprise, en fr	715 000	5 220 000
Nombre d'employés	4 990	11 606
Traitement, en millions de francs	23	59
Traitement moyen, en fr.	4 600	5 100
Salaires des ouvriers, en millions de francs .	100	156
Nombre d'ouvriers.	40 900	59 350
Salaire moyen, en fr	2 456	2 630
Régie (frais généraux), en millions de francs.	34	89
Matières premières, en millions de francs . .	245	333
Valeur de la production, en millions de fr. .	456	785

Il y a eu, depuis 1900, fusion entre un grand nombre d'entreprises, de sorte que le capital par entreprise a augmenté. Les traitements et les salaires moyens ont augmenté et les salaires en proportion plus grande que les traitements. Les dépenses de régie (*miscellaneous expenses*) ont augmenté de 164 pour 100, celles pour salaires de 54 pour 100 et celles pour matières premières de 36 pour 100. En 1905, 7 pour 100 de la valeur de la production est constituée par les dynamos, 13 pour 100 par les moteurs, 1,7 pour 100 par les charbons, 5,3 pour 100 par les lampes à incandescence, 11 pour 100 par les appareils à faible courant, 22 pour 100 par les canalisations, 38 pour 100 de produits divers et 2 pour 100 par les réparations.

La téléphonie aux États-Unis. — Le nombre de postes téléphoniques en service dans les États-Unis d'Amérique est actuellement de 5,5 millions, de sorte qu'il y a à peu près un appareil pour 16 habitants.

Le point de saturation pour ce genre d'appareils est cependant loin d'être atteint, et l'on compte que dans quelques années le nombre d'appareils installés aura doublé. On estime à 3 milliards de francs le capital engagé dans cette exploitation.

Application des moteurs électriques à la fabrication de la glace. — Il vient de se fonder à *Niagara Falls* une nouvelle Compagnie, la *Cataract Ice C°*, qui a pour objet la fabri-

cation de la glace pure, transparente et comestible. Cette usine fabrique la glace en blocs de *quatre tonnes* ayant environ 4,8 m de longueur, 2,85 m de largeur, qu'une scie à découper transforme ensuite en 32 blocs plus petits. Pour transporter les pains de 4 tonnes, on dispose dans le moule deux boulons de 1,5 m de longueur et de 2,5 cm de diamètre qui se trouvent noyés dans la glace et permettent de suspendre le bloc à un pont roulant. L'usine comporte un moteur électrique de 75 poncelets pour le compresseur à ammoniaque, un moteur de 4 kilowatts actionnant un compresseur d'air, un moteur de 2 kw pour faire circuler la saumure et un moteur de 4 kw pour le pont roulant.

L'exposition artistique et industrielle de Nuremberg. — A l'occasion du centenaire de la réunion de Nuremberg à la Bavière et de la création de ce royaume, on a inauguré le 12 mai l'exposition, dont l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 12 juillet donne la description suivante :

L'éclairage est électrique, les 500 000 m² de superficie sont éclairés à l'extérieur au moyen de 500 lampes à arc. L'éclairage intérieur est assuré au moyen de 500 lampes à arc et de 3200 lampes à incandescence. En outre 20 200 lampes à incandescence sont utilisées pour la décoration des façades; 42 lampes à arc sont utilisés pour les projecteurs des fontaines lumineuses et 2 lampes respectivement de 90 et 150 A desservent les projecteurs placés sur des tourelles.

La salle des machines a 180 m de longueur et 50 m de largeur, contient l'usine électrique et est entièrement construite en fer; ce bâtiment doit plus tard être utilisé comme salle de fêtes municipale. Elle contient les expositions de 109 maisons, permettant de se rendre compte de l'état de l'industrie bavaroise.

L'usine électrique actionnée au moyen de moteurs à vapeur horizontaux et verticaux, de turbines à vapeur, de moteurs à gaz Diesel et Haselwander comporte 17 génératrices ayant ensemble une puissance d'environ 3500 kw.

Deux alternateurs triphasés à 3000 v servent à l'éclairage des façades; un de ces alternateurs de 665 kv-A est accouplé à une turbine à vapeur et tourne à une vitesse de 125 t:m, l'autre alternateur est actionné par un moteur à gaz et fournit 500 kv-A à une vitesse de 125 t:m. Ces groupes travaillent alternativement sur 7 stations transformatrices contenant ensemble 25 transformateurs à courant alternatif simple ayant chacun une puissance de 480 kv-A, et abaissant la tension de 3000 à 118 v. Comme les transformateurs sont destinés plus tard à être employés à l'usine municipale et ont un rapport de transformation de 2000 à 118 v, ils ont leurs primaires montés par trois en étoile et leurs secondaires en triangle.

L'éclairage général ainsi que la plupart des électromoteurs en marche sont desservis par du courant continu au moyen de 15 dynamos dont les puissances sont comprises entre 36 et 450 kw.

Les principales de ces dynamos sont : une turbo-génératrice Zoelly de 450 kw à 220 v, ayant une vitesse angulaire de 2000 t:m; deux groupes de 340 et 310 kw et 110 v, tournant respectivement à des vitesses angulaires de 110 et de 125 t:m; un autre groupe de 330 kw à 440 v est actionné par un moteur Diesel à trois cylindres. Toutes ces dynamos travaillent sur deux réseaux à trois fils, l'un de 2.110 v et l'autre de 2.220 v avec conducteur neutre nu commun, de sorte que l'on dispose de trois tensions différentes. Deux dynamos ayant ensemble une puissance de 750 kw desservent les conducteurs extrêmes de la distribution à 440 v; 5 dynamos ayant ensemble une puissance de 970 kw, les conducteurs extérieurs de la distribution à 220 v; et 6 dynamos d'une puissance totale de 350 kw sont branchées entre le conducteur neutre et un des conducteurs du réseau à 220 v.

En outre, pour le service du chemin de fer circulaire, il y a deux dynamos de 110 kw à 550 v dont l'une est actionnée par un moteur à gaz pauvre tournant à la vitesse de 160 t:m, tandis que l'autre est actionnée par une turbine à vapeur à la vitesse angulaire de 2500 t:m.

Les dynamos sont reliées au moyen de câbles souterrains à un tableau de distribution sur lequel sont branchés des réseaux aériens et des réseaux souterrains. Le développement des lignes aériennes est de 9 km, celui des lignes souterraines de 24 km.

Les chaudières sont disposées dans une annexe, il y a quatre chaudières à tubes et une chaudière combinée, toutes munies de réchauffeurs et de grilles à chaînes mues électriquement. La surface de chauffe totale est de 1520 m². La cheminée a 50 m de hauteur et un diamètre intérieur de 2,5 m à la partie supérieure.

A proximité de la salle des chaudières se trouve celle des pompes dans laquelle quatre pompes alimentaires à vapeur ainsi que trois pompes mues électriquement desservant l'installation de refroidissement sont installées; ces trois pompes sont actionnées par trois moteurs électriques à 220 v d'une puissance totale de 75 kw et peuvent fournir 1500 m³ à l'heure.

Les pompes desservant les fontaines lumineuses et les installations électriques sont disposées dans un local en sous-sol. Les fontaines sont desservies par deux pompes centrifuges à haute pression fournissant chacune 15 m³ à la minute à une hauteur d'élévation d'environ 40 m, elles sont couplées à des moteurs à courant continu de 75 kw et 440 v ayant des vitesses angulaires de 930 et 1200 t:m. Pour le service des réservoirs de 100 m³ sont disposées trois pompes centrifuges qui peuvent fournir respectivement 35, 25 et 10 litres par seconde à une hauteur de 24 à 27 m, et qui sont actionnées par des moteurs électriques.

Chacune des 10 voitures motrices du chemin de fer circulaire est armée de deux moteurs de 25 kw à 550 v ayant une vitesse angulaire de 545 t:m.

Un grand nombre d'électromoteurs sont utilisés pour actionner des machines exposées. Il faut citer des machines à imprimer, à fabriquer le papier, à travailler le bois, le cuir, etc., le pont roulant de la halle des machines, la grue à portail et deux ascenseurs conduisant aux tours de sorte qu'il y a environ 80 moteurs en service, ayant une puissance totale de 1400 kw environ.

Les expositions de l'État bavarois et de la ville de Nuremberg sont particulièrement intéressantes. L'État bavarois a exposé entre autres une station de télégraphie sans fil et de nombreux modèles du Musée technique, et une installation pour essais à 50 000 v.

Parmi les expositions particulières il faut citer celle des ateliers Siemens-Schuckert de Nuremberg (anciens établissements Schuckert), qui ont en outre fourni à peu près tous les moteurs électriques.

Utilisation des gaz des hauts-fourneaux. — La production de gaz disponible est environ de 2500 m³ par tonne de fonte produite, déduction faite des pertes et de la quantité nécessaire pour le réchauffage. Ce gaz donne de 800 à 1000 calories par m³. Cette quantité de gaz utilisée dans une usine à vapeur ne donnerait qu'une énergie de 220 kw-h, tandis qu'au moyen de moteurs à gaz on peut en obtenir une énergie triple. Comme le gaz de haut-fourneau ne contient aucun produit de la distillation, mais seulement de la vapeur d'eau et des poussières dont il est facile de le débarasser, les moteurs ont besoin de nettoyages moins fréquents que ceux qui emploient du gaz ordinaire. Avec des installations bien comprises pour l'épuration, un moteur peut fonctionner pendant plusieurs mois sans être nettoyé. Comme le gaz de haut fourneau ne contient pas d'hydrogène, ce qui diminue

du reste sa puissance calorifique, on ne craint pas d'inflammation anticipée, même avec une très grande compression.

Exploitation des tramways en Allemagne. — L'*Elecktrotechnik und Maschinenbau* du 8 juillet donne le tableau suivant des résultats d'exploitation des tramways dans les villes ayant une population de plus de 250 000 habitants.

DÉSIGNATION DES VILLES ET NOMBRE DE MILLIONS D'HABITANTS.	VOITURES-KM PAR AN EN MILLIONS.	VOYAGEURS PAR AN EN MILLIONS.	RECETTE EN CENTIMES PAR VOYAGEUR
Berlin (2,4)	87	365	11,65
Hambourg (0,95)	36	128	13,13
Leipzig (0,5)	21	69	11,50
Munich (0,5)	11,5	48,2	12,25
Dresde (0,45)	23	72,8	12,90
Cologne (0,44)	13,3	49,0	12,10
Breslau (0,42)	11,5	41,5	10,00
Francfort (0,35)	14,3	57,2	11,90
Hanovre (0,3)	11,5	51	13,40

Les trafics les plus denses (après celui du chemin de fer aérien et souterrain de Berlin) sont ceux de Francfort et de Dresde, avec 165 voyages annuels par habitant, correspondant à 51 et 40 km-voiture par habitant. Les recettes les plus élevées sont à Munich, de 50, à Berlin de 48,75 centimes par km-voiture. Le réseau le plus développé est celui de Hanovre, avec 5,7 km par 10 000 habitants. Les longueurs des réseaux sont : à Berlin 358 km, à Hambourg 171 km, à Hanovre 162 km (y compris la banlieue), à Leipzig 101 km, à Dresde 102 km (avec les tramways de banlieue 129), à Cologne 69 km, à Breslau 56 km, à Munich 54, et à Francfort 53 km.

En 1905, les *Grosse Berliner Strassenbahnen* avaient un parc de 2433 voitures, dont 1440 motrices, dont 523 ont 4 essieux. On a transporté 450 millions de voyageurs (5,3 pour 100 de plus qu'en 1904) et parcouru 80 millions de voitures-km (8,6 centièmes d'augmentation). La recette a été de 42,7 millions de francs (augmentation de 9,1 centièmes), soit de 51,25 centimes par voiture-km, et 12,25 centimes par voyageur; les dépenses totales se sont élevées à 22,375 millions de francs; le nombre des employés est de 8496.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Avallon. — *Chemin de fer électrique.* — Le préfet de l'Yonne vient de prendre un arrêté ordonnant le dépôt des pièces de l'avant-projet de construction des tramways électriques de l'Avallonnais, prescrivant l'ouverture d'une enquête sur cet avant-projet et nommant la Commission appelée à donner son avis.

Toutes les pièces resteront déposées simultanément pendant un mois dans les mairies d'Avallon, de Quarré-les-Tombes et de Vézelay, afin que chacun puisse en prendre connaissance et faire entendre ses observations s'il y a lieu.

L'enquête terminée, une Commission chargée d'examiner les réclamations qui se seront produites et d'entendre les ingénieurs, se réunira pour, à son tour, dire ce qu'elle pense de l'utilité des tramways.

Nous pourrions ajouter qu'aussitôt après, cet excellent dossier commencera à circuler dans les bureaux de la Sainte Administration et que ce ne sera guère que d'ici un an, si les choses vont vite, très vite même, que l'on pourra mettre le projet à exécution.

Boulogne-sur-Mer. — *Traction électrique.* — On vient de déclarer d'utilité publique l'établissement, dans le département du Pas-de-Calais, d'une ligne de tramways à traction électrique destinée au transport des voyageurs entre le pont de Wimereux et l'hippodrome d'Aubengue.

La présente déclaration d'utilité publique, dit le *Journal Officiel*, sera considérée comme nulle et non avenue si les expropriations nécessaires pour l'exécution dudit tramway ne sont pas accomplies dans le délai de deux ans, à partir de la date du présent décret.

Le département du Pas-de-Calais est autorisé à pourvoir à la construction et à l'exploitation de la ligne de tramway dont il s'agit suivant les dispositions de la loi du 11 juin 1880, et conformément aux clauses et conditions du cahier des charges ci-dessus visé.

Est approuvée la convention passée le 12 juin 1906 entre le préfet du Pas-de-Calais, au nom du département, et M. Lonquéty, ingénieur civil à Boulogne-sur-Mer, pour la cession de concession du tramway sus-mentionné, conformément aux conditions du cahier des charges annexé à cette convention.

Ladite convention, ainsi que le cahier des charges et le plan d'ensemble ci-dessus visés, resteront annexés au présent décret.

Le Ministre des travaux publics des postes et des télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret.

Bourgtheroulde (Eure). — *Station centrale.* — Bien que n'ayant pas le privilège d'être pourvue d'un cours d'eau, la commune de Bourgtheroude ne veut pas rester en arrière; aussi y a-t-elle suppléé par la force motrice d'un moteur à gaz pauvre, qui fera bientôt briller dans la commune la lumière électrique avec tout son éclat.

La Société composée de quelques capitalistes de la commune s'est constituée afin d'en assurer la mise à exécution et le fonctionnement, ce qui maintenant, ne se fera pas attendre longtemps, car la construction destinée à recevoir les appareils est déjà très avancée.

Le secteur assurera l'éclairage de 400 lampes particulières et le fonctionnement de quelques moteurs, plus l'éclairage public au régime de 110 volts.

Châlus (Haute-Vienne). — *Éclairage.* — On annonce que M. Georges Paule, de Châlus, a obtenu du Conseil municipal de Châlus, la concession de l'éclairage électrique municipal et particulier pour une durée de 20 ans. Les travaux doivent commencer immédiatement pour être terminés au mois de septembre.

ÉTRANGER

La Spezia. — *Traction électrique sans rails.* — La *Società per la Trazione Elettrica*, de Milan, a établi une ligne de jonction entre Spezia et Portovenere, sur une longueur de 3,7 km environ. La ligne aérienne à double fil qui alimente les véhicules automoteurs sans rails présente des courbes de 8 m de rayon et des rampes de 6,8 pour 100. Les deux fils sont suspendus à une hauteur de 3,50 m au-dessus du sol et sont distants de 35 cm l'un de l'autre. Ces fils sont supportés soit par des fils d'acier transversaux fixés à des poteaux, soit par des consoles. L'un des deux fils aériens est relié à la terre et est connecté à toutes les parties métalliques de la voiture. La différence de potentiel entre les deux fils est de 500 volts et le courant est fourni par l'usine génératrice des tramways de Spezia.

Les omnibus pèsent environ 1500 kg et peuvent contenir 14 voyageurs; ils sont entraînés par deux moteurs de 4 kw attaquant chacun une roue d'arrière. Le contrôleur permet



quatre vitesses de marche avant et deux vitesses de marche arrière, ainsi que le freinage électrique. Un second frein mécanique très puissant agit aussi sur les roues d'arrière. Les voitures sont éclairées et chauffées à l'électricité. Les organes de prise de courant (du type Cantono) sont formés par un parallélogramme à quatre roulettes supporté par une perche élastique. La vitesse permise est de 25 km à l'heure. La consommation d'énergie est de 200 w-h environ par voiture-km.

Une ligne semblable a été établie par la même Société à Milan pour l'exposition.

Los Angeles (Mexique). — *Station centrale.* — Une importante usine génératrice, entièrement établie en fer vient d'être établie à Los Angeles par la Compagnie Edison, cette usine couvre une surface de 1500 m². La chaufferie contient 8 chaudières Stirling de 375 poncelets alimentés au moyen d'huile de pétrole brute (naphte) qui provient d'un réservoir de 900 m³; cette huile est envoyée par des pompes, sous une pression de 2 atmosphères, dans les brûleurs des chaudières. L'eau d'alimentation et l'eau de réfrigération des condenseurs est envoyée par des pompes centrifuges à un réservoir surélevé d'où elle est amenée aux pompes d'alimentation, aux condenseurs, et aux tours de réfrigération; en outre, les pompes à vapeur duplex reçoivent l'eau chaude provenant des condenseurs. Le tirage des chaudières est assuré par une cheminée en briques de 52 m de hauteur et de 3,2 m de diamètre supérieur.

La salle des machines contient deux turbines Curtis à quatre étages de 2000 kw entraînant chacune un alternateur triphasé à 2300 volts de la *General Electric C°*. Les turbines sont commandées par des soupapes actionnées électriquement et placées au-dessus des tuyères.

La vapeur d'échappement va dans un condenseur Wheeler desservi par des pompes à air Edwards : de là, l'eau condensée est envoyée au réservoir à eau chaude. Des flotteurs et différents accessoires rendent le fonctionnement absolument automatique.

Le courant d'excitation est fourni par des dynamos multipolaires à courant continu de 50 kw entraînées par des machines à vapeur Westinghouse à grande vitesse angulaire.

Santander (Espagne). — *Traction électrique.* — Il paraîtrait, d'après la *Gaceta de Madrid*, qu'on vient de donner la concession à la *Nueva Montana Sociedad anonima de Hierro y Cicero de Santander*, d'une ligne de tramways reliant Santander et Astillero.

La même Compagnie a décidé de remplacer la traction à vapeur par la traction électrique sur la ligne de tramways qu'elle a établie entre les fourneaux de l'Isla de Oleo (Santander) et les mines de fer de Comargo.

NÉCROLOGIE

PAUL DRUDE (1863-1906)

La fin tragique du professeur DRUDE prive la science d'un de ses maîtres et investigateurs les plus distingués, dont le passé semblait promettre un avenir encore plus brillant. Né à Brunswick en 1863, Drude fit ses études dans les Universités de Berlin, Fribourg et Gottingen. Il trouva dans cette dernière ville et en la personne du professeur Woldemar Voigt, dont les profondes recherches ont conduit à comprendre le phénomène de l'Effet Zeeman, un perspicace et précieux protecteur qui dirigea ses travaux vers l'optique. Il y conquit ses grades universitaires par son importante contribution à la théorie de la réflexion des substances qui absorbent la lumière. Devenu aide et préparateur de son maître, il commença à se faire connaître par sa détermination des constantes optiques des métaux, puis, à la suite des mémorables découvertes de Hertz, par l'étude des ondes électro-magnétiques avec objectif immédiat la production d'ondes hertziennes homogènes, de fréquence définie, en conservant toujours comme guide la connexion des phénomènes optiques et mécaniques. Ce travail aboutit à son *Étude physique de l'éther* qui a exercé une grande influence stimulatrice, bien que la théorie de l'éther de Neumann et de Kirchhoff qui lui a servi de base ne soit plus admise. Drude écrivit aussi un *Traité de physique*. Ses travaux sur l'état de surface des métaux expliquant les écarts entre la théorie et l'expérience dans leur réflexion de la lumière et sur certains effets de dispersion anormale absorbèrent, avec les précédents, les sept années qu'il passa ainsi à Gottingen. Nommé enfin professeur suppléant à Leipzig en 1894, il devint professeur en titre et fut mis, en 1900, à la tête de l'enseignement de la Physique à Giessen. C'est là qu'il développa la théorie de l'électron, par rapport aux métaux, théorie suivant laquelle les métaux conduisent le courant électrique parce que les électrons électriquement chargés se meuvent en eux comme les ions transportent le courant dans les électrolytes. Déjà esquissée par Riecke, cette théorie avait d'ailleurs déjà trouvé dans Lorentz, Wiedemann et autres de puissants propagateurs. Mais ce dont la science est particulièrement redevable à Drude, c'est la loi d'après laquelle le rapport des conductibilités thermique et électrique des métaux est proportionnel à leur température absolue.

Depuis cette même année 1900, son nom remplaçait sur les célèbres *Annalen der Physik* devenues Annales de Drude ceux non moins illustres de Gilbert, de Poggendorff et Wiedemann. Un sens intuitif très droit et très sûr sur les matières scientifiques qui n'étaient pas de son domaine l'avaient désigné à cet effet et son urbanité, aussi bien que son désintéressement propre aux véritables génies, ont largement ratifié ce choix. Déjà très absorbé par ces deux hautes fonctions, il résista longtemps aux sollicitations d'autres Universités jalouses de le posséder. Lorsque Warburg quitta, en mars 1905, ses fonctions pour prendre la présidence du Reichsanstalt, il se laissa néanmoins persuader, malgré lui, de le remplacer dans la chaire de Physique et la direction de l'Institut de Physique de l'Université de Berlin. Il avait alors à peine quarante-deux ans; mais le fardeau et la responsabilité imposés à un homme toujours occupé de recherches, dans une ville de près de 3 millions d'habitants comptant 7000 étudiants (au lieu de 250 000 âmes et 800 étudiants que possède Giessen), étaient sans doute trop lourds pour lui, et bien que, après les premiers regrets de sa paisible existence relative antérieure, il eût refusé la scission de ses fonctions, surmonté les difficultés de ses nouvelles charges, retrouvé tout son entrain et formé des projets de présent et d'avenir dont s'honorait d'avance l'Université sous un maître tel que lui, il périt de sa propre main le 5 juillet dernier, à la grande stupéfaction de sa famille et de ses amis.

Comme le dit fort bien notre confrère *Engineering* à qui nous empruntons les éléments de cet article et aux sentiments duquel nous nous associons pleinement, de tragiques événements comme celui-ci semblent porter en eux un enseignement : les savants de génie et les grands chercheurs ne devraient pas être investis de fonctions toujours plus ou moins routinières et de responsabilités administratives. Bien des maîtres rendraient sans aucun doute plus de services à la science et à l'humanité en général, s'ils étaient affranchis des exigences à côté, jusqu'ici inhérentes à leurs fonctions. Il n'y a cependant que les hommes comme Drude pour exciter chez les jeunes générations l'intérêt et l'enthousiasme sans lesquels il n'y aurait que stagnation. — Sommes-nous donc alors condamnés à surmener nos meilleurs professeurs ?





MOTEURS A COURANT CONTINU

A POLES AUXILIAIRES

Les avantages que présente la commande individuelle des machines-outils par moteurs indépendants ont conduit à étudier des moteurs électriques susceptibles de fonctionner, dans les deux sens, à des vitesses angulaires bien supérieures à leur vitesse minimum. Les moteurs ordinaires en dérivation ne permettent pas ces écarts : le minimum de vitesse exigé étant très faible oblige à mettre sur l'induit un grand nombre de spires, d'où self-induction considérable des sections élémentaires et impossibilité d'éviter, malgré les frotteurs en charbon, les étincelles à la commutation. On ne peut même pas, aux grandes vitesses, obtenir d'amélioration par épanouissement du champ principal; ce champ est, en effet, alors tellement affaibli que la réaction d'induit l'annule presque complètement. On a bien cherché, en modifiant les proportions relatives des organes du moteur et au moyen d'un induit très faible et d'un inducteur très puissant, à réduire cette tendance à étincelles; mais ce n'est là qu'un palliatif qui ne remédie pas au mal; ce mode de faire a en outre l'inconvénient d'exagérer les dimensions puissanciques de la machine, et, même dans ces conditions, on est encore obligé de compter sur les qualités du frotteur en charbon pour diminuer les étincelles. Que l'épanouissement du champ ne soit d'aucun secours en la circonstance, c'est ce qui ressort de l'examen de la figure 1 ci-après. Les deux courbes y sont tracées sur

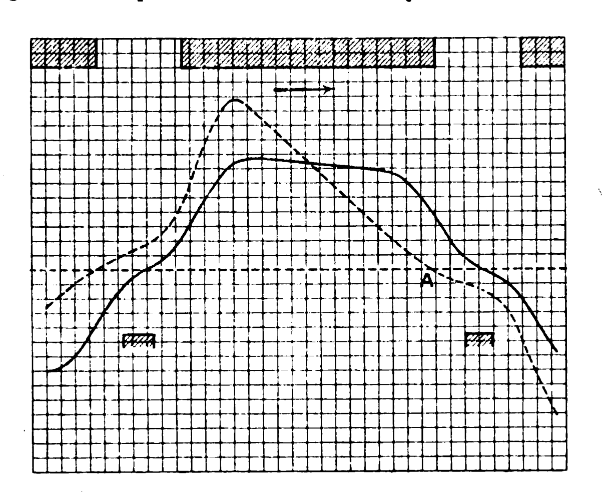


Fig. 1. — Courbes de répartition du champ magnétique d'un moteur ordinaire de 2,25 poncelets. Courbes relevées à grande vitesse angulaire.

les indications fournies par des balais d'exploration autour du collecteur d'une machine courante ordinaire, à induit faible et inducteur puissant à vitesse minimum, avec entrefer de bonnes dimensions. Ces deux courbes, — l'une de marche à vide (trait plein), l'autre de pleine charge (traits interrompus) —, ont été relevées sur l'armature tournant à grande vitesse. On y constate même à vide, par suite de l'extrême faiblesse du champ dans ces conditions, une réaction d'induit considérable, qui, à pleine charge, devient énorme, sans autre inconvénient cependant que la production d'étincelles; mais on y voit la confirmation de ce que l'on ne peut, à de grandes vitesses angulaires, obtenir de l'épanouissement du champ principal aucune amélioration en ce qui concerne les étincelles. Au point A la courbe coupe la ligne zéro. Ce point, situé sous le bec polaire, montre que là le champ principal est exactement équilibré par celui de l'induit. Dès lors aucun décalage des balais ne favorisera la commutation, puisque ce point A suivra les balais dans leur décalage en arrière. La présence du champ d'induit est indiquée par la ligne à droite du point A située au-dessous de la ligne zéro. L'écart considérable entre ces deux lignes à l'endroit du balai révèle l'intensité du champ d'induit.

On voit par là que non seulement la section élémentaire en court-circuit ne profite d'aucun épanouissement du champ principal au point de vue du renversement du courant dont elle est le siège, mais même qu'elle coupe le flux d'armature dans le sens favorable au maintien de son propre courant. Il en résulte une brusque variation de cette intensité au moment où la section quitte le balai, d'où production d'étincelles. A vitesses inférieures au maximum, la commutation peut bien profiter de l'épanouissement du champ principal; mais un calage donné des balais ne correspond à une marche satisfaisante que sous une seule charge, l'épanouissement étant trop fort pour les petites charges et trop faible pour les grandes. Dans ces conditions le moteur ne supporte pas l'inversion de marche.

Après l'exposé développé de ces préliminaires, le Dr Bedell, à qui nous empruntons (1) cet intéressant travail, arrive à cette conclusion que, pour réaliser une commutation parfaite, un moteur à vitesse variable doit être affranchi de tous ces défauts et, par conséquent, construit de façon à posséder un champ puissant de commutation qui contribue au renversement du courant dans la bobine mise en court circuit et varie avec la charge. Ce champ de commutation doit donc être indépendant du champ principal.

C'est dans cet esprit qu'a été étudié le moteur à pôles intercalaires, et l'on est arrivé à des résultats tellement satisfaisants, au double point de vue de ses dimensions et de la suppression des étincelles, que le moteur en question répond non seulement aux conditions de marche à vitesse variable mais à celles de vitesse à maintenir constante.

Le champ de commutation devant être indépendant du champ principal, on a adjoint aux pôles ordinaires des pôles « intercalaires », placés au milieu de l'espace interpolaire précédent, dont les faces couvrent la région de commutation et dont les bobines, composées d'un nombre

(1) *American Institute of Electrical Engineers*, 28-31 mai 1906.

convenable de spires, sont reliées directement en série avec l'induit. Il en résulte une excitation absolument indépendante de l'intensité du champ principal et un champ de commutation solidaire de la charge de la machine tant que les noyaux des pôles en question n'ont pas atteint leur point dit de saturation. Pour le moteur essayé (3,75 poncelets par 20 ampères sous 220 volts), ce point se trouve bien au delà de son point de fonctionnement normal et correspond à 100 pour 100 environ de surcharge, comme on le voit sur la courbe de la figure 2

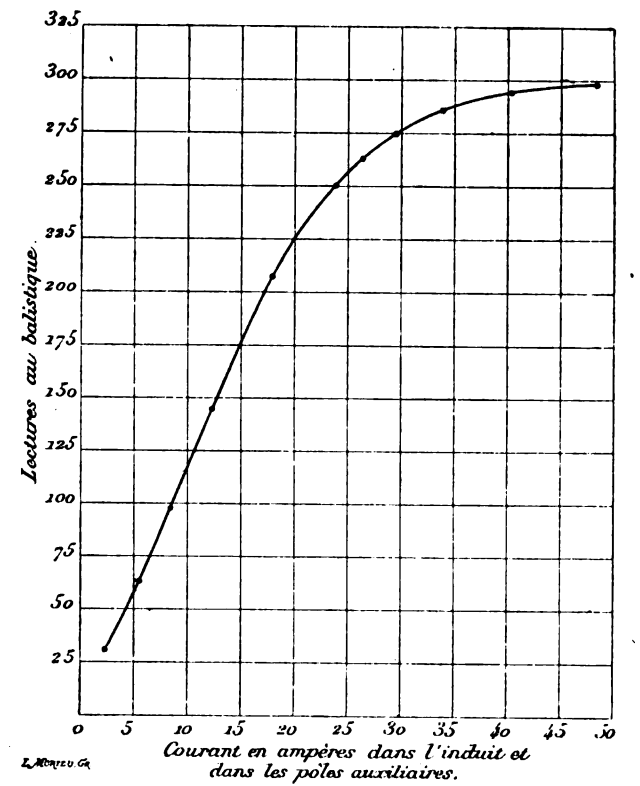


Fig. 2. — Courbe de saturation d'un noyau intercalaire.

relevée à l'aide d'un galvanomètre balistique et d'une bobine d'exploration formée de quelques spires de fil fin entre deux feuilles de mica.

La disposition générale des différents pôles est indiquée par la figure 3.

Avec les moteurs ordinaires utilisant pour la commutation l'épanouissement du champ principal, on est obligé de décaler les balais suivant le sens de rotation; ici, au contraire, la commutation s'effectue sous le milieu de la face polaire intercalaire, c'est-à-dire sur la ligne neutre, et, le courant d'excitation des pôles intermédiaires étant, comme sens et comme intensité, solidaire de l'induit, le changement voulu de polarité du champ de commutation s'effectue sans aucun déplacement des balais et le moteur est absolument réversible. L'excitation des pôles intercalaires est d'ailleurs bien supérieure à celle de l'armature, dont ils n'ont pas seulement à neutraliser le champ; il leur faut encore créer un champ en vue de la commutation. Ainsi donc, quel que soit le sens du courant, les pôles intercalaires sont toujours plus puissants que l'armature, et le champ de commutation est toujours du sens et de l'intensité voulus. La machine peut, en conséquence, fonctionner comme moteur ou comme générateur, dans un sens ou dans l'autre, sans décalage des balais ni chan-

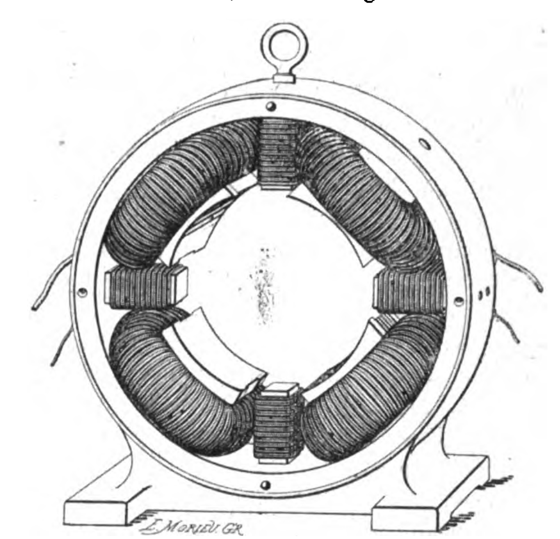


Fig. 3. — Ensemble de l'inducteur d'un moteur à pôles intercalaires.

gement de connexions entre l'armature et les bobines des pôles intercalaires.

La courbe d'induction du pôle intercalaire n'étant pas une ligne droite, on pouvait craindre un défaut de proportionnalité entre le champ de commutation et la charge de l'induit. Heureusement les qualités bien connues des frotteurs en charbon remédient à cet écart et les moteurs fonctionnent, dans toutes conditions, d'une façon absolument satisfaisante.

L'expérience a prouvé en outre, péremptoirement, que l'excitation des pôles intercalaires, correcte pour des vitesses élevées, l'est aussi pour des vitesses moindres.

Les croquis 4 à 7 ci-après illustrent les réactions qui se produisent dans la distribution du champ magnétique d'un moteur avec ou sans pôles intercalaires. La figure 4 montre la distribution du champ d'un moteur à vitesse angulaire constante fonctionnant à vide, distribution uniforme sous toute la face polaire. — L'application d'une charge sur l'induit affaiblit, par réaction, le champ sous l'un des becs polaires et le renforce sous l'autre. Il est ainsi créé un champ d'induit dans l'intervalle des pôles principaux, comme on le voit sur la figure 5. — Si alors, pour augmenter la vitesse, on affaiblit le champ principal, la réaction d'induit est plus forte, à égalité de charge, et l'affaiblissement d'un des becs polaires arrive à y réduire le champ à zéro (fig. 6), si bien que tout décalage des balais devient inutile, faute de champ pour aider à la commutation. — La figure 7 correspond au cas du moteur à pôles intercalaires. Avant d'arriver à l'induit, le courant venant de la ligne passe par les bobines de ces pôles, et, comme elles comportent plus de spires que l'armature, elles font plus qu'équilibrer le champ d'induit et créent, selon la charge, le champ convenable pour la commutation.

L'étude de la répartition exacte du champ d'un moteur à pôles intercalaires a été faite, à l'aide de balais d'exploration et d'un voltmètre, sur le collecteur d'un moteur

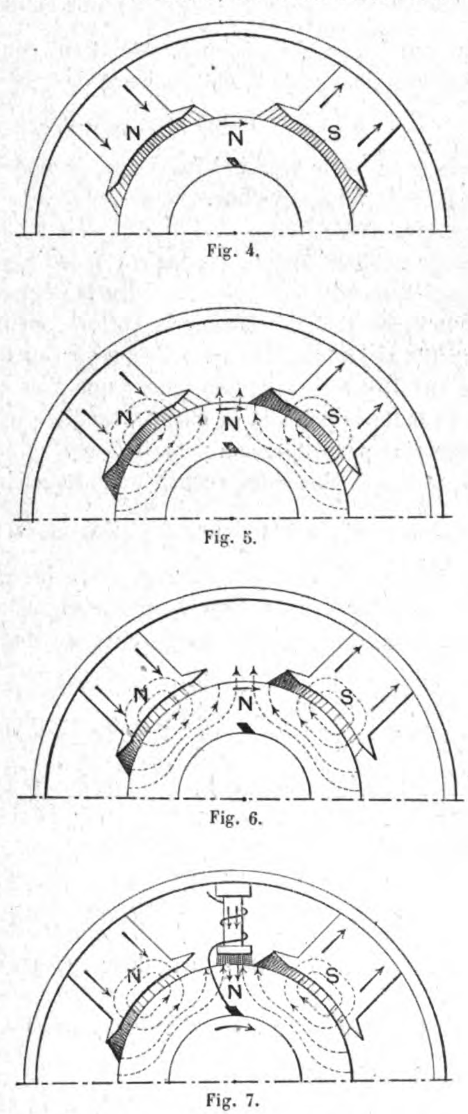


Fig. 4, 5, 6, 7. — Distribution du champ d'un moteur dans diverses conditions.

de 3,75 poncelets (275-1100 t:m), tant à faible qu'à grande vitesse. Les courbes correspondantes en sont données par les figures 8 et 9, courbes à vide en trait plein, courbes à pleine charge en traits interrompus. Les positions des pôles principaux et intermédiaires, ainsi que des balais, sont indiquées par les parties hachurées. A petite vitesse on constate très peu de réaction d'induit; à grande vitesse, au contraire, la réaction est très forte, si bien que la polarité du bec affaibli est non seulement annulée mais même renversée. La courbe est cependant ramenée en arrière, du côté convenable de la ligne zéro, par le pôle intercalaire qui donne assez de champ pour une commutation convenable. Dans les épreuves de ce genre les indications du voltmètre sont proportionnelles à l'intensité du champ au point soumis à l'essai, sauf au voisinage immédiat du balai. La force électromotrice de self-induction due au renversement du courant dans la bobine mise en court-circuit empêche, en ce point, la tension apparente fournie par les balais d'exploration d'être proportionnelle au champ magnétique. Les deux

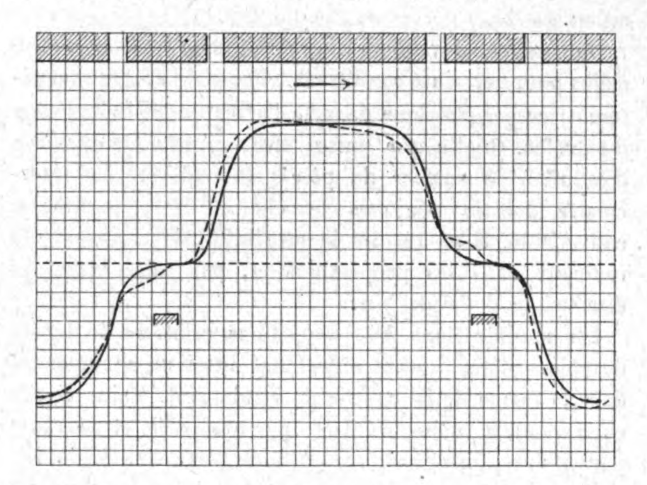


Fig. 8. — Courbes de répartition du champ d'un moteur à pôles intercalaires (3,75 poncelets, 275-1100 tours par minute). — Courbes à petite vitesse.

forces électromotrices ainsi créées se font opposition et il en résulte une dépression de la courbe en ce point. Le champ est probablement uniforme sous la face du pôle intermédiaire.

On n'a plus d'ailleurs besoin de recourir ici au chan-

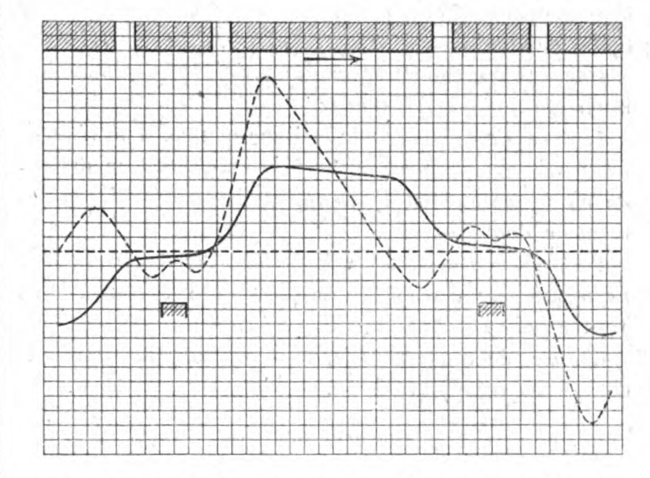


Fig. 9. — Courbes de répartition du champ d'un moteur à pôles intercalaires (3,75 poncelets, 275-1100 tours par minute). — Courbes à grande vitesse.

freinage ou au biaisement des becs polaires, sauf comme moyen de remédier au ronflement dû aux dents d'armature, auquel cas un biais comprenant une dent et une rainure est largement suffisant.

Le pôle intercalaire donne encore, pour le champ de commutation, une forme bien meilleure que ne le comporte l'épanouissement du champ principal, même dans les moteurs à vitesse constante, ce pôle pouvant être beaucoup plus large que le chanfrein du pôle principal, ce qui se traduit par un large champ uniforme remplis

sant bien toutes les conditions voulues pour la commutation, avec répartition également uniforme du courant sur toute la surface de contact du balai, sans aucune des difficultés auxquelles on se heurte dans toute autre disposition.

On n'est pas davantage limité ici par la question d'étincelles pour certaines conditions telles que la force magnétomotrice périphérique linéaire d'armature et la longueur d'entrefer. Quelle que puisse être, en effet, la réaction d'induit à la surface du pôle principal, le pôle intercalaire fournit toujours le champ de commutation convenable. Il en résulte la possibilité de changements radicaux dans les proportions et, par suite, dans les dimensions de la machine.

Les modifications des proportions relatives de fer et de cuivre dans l'induit entraînent aussi un changement dans la forme de la courbe de rendement. Moins de fer correspond à moins de perte par hystérésis et courants parasitaires, plus de cuivre à plus de perte par effet Joule ; mais, en somme, meilleur rendement à faibles charges, d'où rendement journalier moyen supérieur, comme pour les transformateurs.

Tout ce qui vient d'être dit s'applique du reste aussi bien au cas des machines fonctionnant en génératrices qu'au cas des moteurs, et, en résumé, les pôles intercalaires ou intermédiaires montés comme ci-dessus réalisent les avantages suivants :

Champ puissant de commutation, indépendant du champ principal et qui aide les frotteurs à résister à la tendance aux étincelles;

Intensité du champ de commutation proportionnelle à la charge imposée à l'induit;

Frotteurs à demeure sur la ligne neutre, d'où réversibilité du sens de marche et fonctionnement en moteur ou en dynamo, sans déplacement des balais ni changement de connexions;

Possibilité d'une grande force électromotrice périphérique linéaire d'armature et de faible entrefer, d'où grande puissance massique;

Courbe de rendement mieux en harmonie avec la charge moyenne journalière. E. B.

CHARGE DES ACCUMULATEURS

UTILISÉS COMME RÉSERVOIR D'ÉNERGIE

Pour assurer le service pendant les heures où les moteurs ne sont pas en fonctionnement, on installe souvent une batterie d'accumulateurs que l'on met en service pendant les arrêts des moteurs. Il faut naturellement que, même à la fin de la décharge, la batterie ait la même tension U que la distribution, de sorte que pendant la charge cette batterie est à une tension plus élevée que U. Pour un service moyen, on ne descend pas au-dessous de 1,80 v par élément, de sorte que le nombre total d'élément devra être $N = \frac{U}{1,8} = 0,556\ U$. Comme en moyenne la tension aux bornes d'un élément atteint environ 2,5 v, la tension à fin charge de la batterie sera de

$$2,5\ .\ N = 2,5\ .\ 0,556\ U = 1,39\ U.$$

En disposant en série avec la batterie un groupe survolteur de 0,39 U volts, on pourra donc assurer la charge de la batterie.

On hésite surtout, quand l'énergie à fournir pendant les arrêts des moteurs est faible, à faire la dépense d'un survolteur et on préfère charger la batterie en mettant ses éléments en quantité, et les décharger en tension. Dans ce cas il y a lieu de remarquer que l'on ne peut utiliser la batterie pendant la charge, tandis que quand on dispose d'un survolteur, on peut le faire.

La disposition la plus simple consiste à partager la batterie en deux moitiés $\left(\text{ayant chacune } \frac{N}{2} \text{ éléments en série}\right)$, de brancher ces deux demi-batteries entre les conducteurs extrêmes de la distribution, en y intercalant des rhéostats de réglage. A fin charge chacune des demi-batteries exigera une tension de

$$2,5\ .\ \frac{N}{2} = \frac{2,5\ .\ 0,556}{2} N = \frac{1,39}{2} U = 0,695\ U \text{ volts.}$$

Le rhéostat devra donc absorber à fin charge 0,315 U v, c'est-à-dire à peu près le tiers de l'énergie.

Si l'on cherche le nombre N' d'éléments pouvant être chargés en série, on doit avoir $2,5\ N' = U$, d'où l'on tire $N' = 0,719\ N$, on voit que ce nombre est tout à fait voisin de $\frac{2}{3} N = 0,667\ N$. On pourra donc charger en tension les $\frac{2}{3}$ des éléments de la batterie avec une perte très faible dans le rhéostat à fin charge.

Plusieurs solutions ont été données pour résoudre le problème de la charge sans survolteur.

I. On peut diviser la batterie en 3 parties égales I, II et III, comportant chacune $\frac{N}{3}$ éléments, puis procéder à la charge en plaçant deux de ces batteries en tension. On fournit donc d'abord la moitié de l'énergie nécessaire à $\frac{2N}{3}$ éléments aux portions I et II, puis on retire II, on le remplace par III et on continue la charge jusqu'à ce que I soit complètement chargé, on procède à la fin de la charge II et III étant placés en série (ils sont chargés à moitié).

Les trois manœuvres peuvent être faites au moyen d'un commutateur spécial, les maisons d'appareillage allemandes construisent des commutateurs réalisant facilement ces couplages.

II. M. Micka, en Allemagne, a combiné un dispositif

de couplage n'exigeant que deux manœuvres. On divise également la batterie en trois portions égales, puis on dispose dans un circuit la portion I, et en parallèle les deux portions II et III (fig. 1) on charge à fond la portion I de sorte que les portions II et III ont reçu chacune la moitié de la charge, on retire I et on termine en donnant le reste de la charge aux portions II et III couplées en tension.

III. Les chemins de fer de l'État français ont adopté une solution qui permet de ne procéder qu'à une manœuvre.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

La batterie est constitué par $\frac{2N}{3}$ éléments ayant la capacité Q voulue et de $\frac{2N}{3}$ éléments de demi-capacité $\frac{Q}{2}$.

A la charge on branche entre les conducteurs extrêmes du réseau, en série les éléments de capacité Q, et de même les éléments de capacité $\frac{Q}{2}$, chaque série étant naturellement avec les rhéostats nécessaires (fig. 2).

A la décharge on dispose d'abord les éléments de capacité Q, puis ensuite on met en série avec eux les deux moitiés des éléments de capacité $\frac{Q}{2}$, de manière que l'ensemble forme une batterie de $\frac{2N}{3} + \frac{N}{3} = N$ éléments de capacité Q (fig. 3).

Les manœuvres pour la charge et la décharge peuvent se faire dans les divers systèmes par la simple manœuvre d'un commutateur. F. Loppé.

DYNAMO A COURANT CONTINU A HAUTE TENSION
ET A GRANDE VITESSE ANGULAIRE
DE M. HOBART

On connaît les rapides progrès et le développement des turbines à vapeur, aussi l'étude et la construction pratique des dynamos à courant continu à grande vitesse prend-elle tous les jours une importance plus grande en vue de leur adaptation à ces nouveaux moteurs si économiques. On sait aussi que, quoique employées depuis très longtemps, les machines dynamo à courant continu exigent une construction soignée et une étude approfondie, même pour des types marchant à des vitesses angulaires courantes.

Jusqu'à présent, la vitesse angulaire la plus faible que l'on a pu faire donner aux turbines à vapeur est encore bien supérieure à la plus grande vitesse des machines dynamo à courant continu de même puissance, aussi la commande directe n'a-t-elle pas encore été possible.

Une des plus grandes difficultés qui se présentent est d'obtenir une bonne commutation à ces vitesses élevées; c'est, en effet, le résultat le plus certain des essais d'un grand nombre de constructeurs qui ont cherché à établir des machines à grande vitesse. Parmi les moyens indiqués pour faciliter la bonne commutation à tous les régimes de marche il en est un bien connu, c'est celui de l'emploi de pôles auxiliaires. Ce procédé, sur la paternité duquel beaucoup d'auteurs ne sont pas d'accord, paraît avoir été indiqué pour la première fois par M. Menges, ainsi que le montre si bien un article du Dr Breslauer [1]. M. Menges a, en effet, publié ce procédé en 1884, tandis que les articles de MM. Swinburne, Fischer-Hinnen, etc., sur ce sujet sont postérieurs à cette date.

M. H.-M. Hobart, dont la pratique dans les questions de dynamos est bien connue, a étudié spécialement les machines à courant continu en vue de leur adaptation aux turbines à vapeur, et, pour obtenir une bonne commutation aux vitesses angulaires élevées, il a trouvé qu'il fallait pratiquement proportionner la longueur des pôles auxiliaires à la réaction d'induit, en sorte qu'il a construit des machines dans lesquelles les pôles auxiliaires sont bien plus étroits que les pôles principaux et ne recouvrent qu'une partie de la longueur de l'induit.

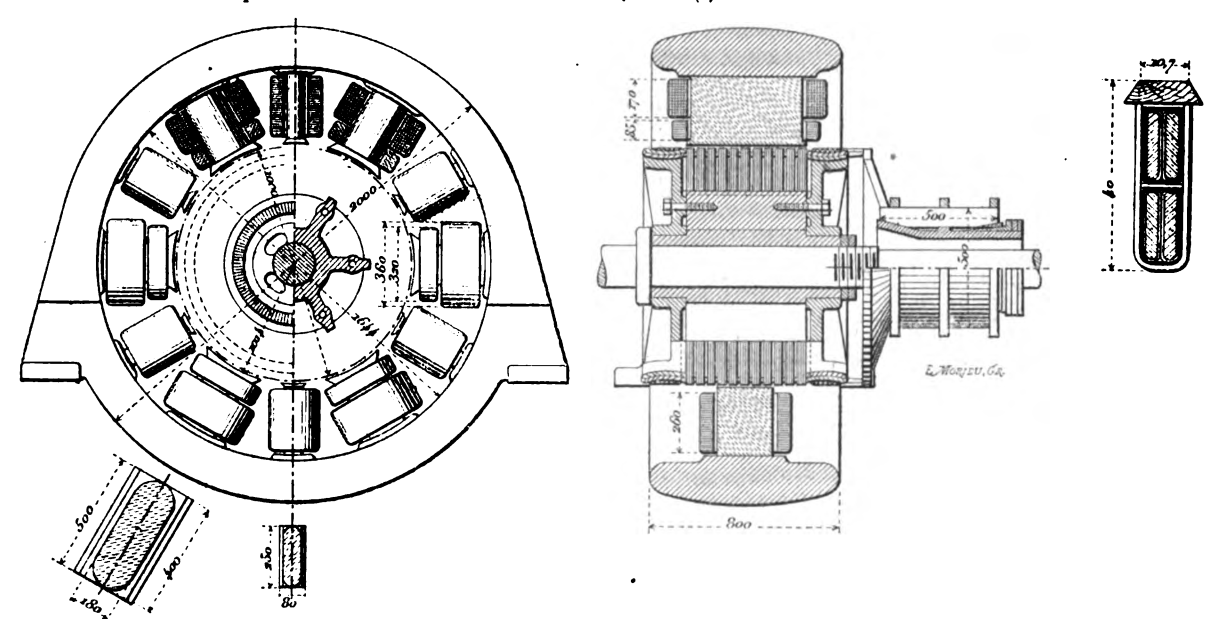
A part la question de commutation et de réaction d'induit, d'autres difficultés se présentent : il faut en particulier un collecteur de petit diamètre afin que les effets de la force centrifuge sur les lames soient aussi réduits que possible et, d'autre part, ce collecteur ne doit pas s'échauffer, ce qui conduit à lui donner une longueur excessive, surtout si l'on emploie des balais en charbon qui exigent une faible densité de courant.

Étudiant spécialement toutes ces questions, M. Hobart

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift* du 13 juillet 1905, p. 640.

en est arrivé à conclure que l'on peut établir des dynamos à courant continu de près de 4000 kw fonctionnant à une vitesse angulaire élevée en employant des hautes tensions de 4000 volts au maximum. Naturellement ces travaux qui demandent des études très difficiles ne peuvent être pris en considération que s'ils ont donné des résultats pratiques et c'est du reste à la suite d'une longue série d'essais que M. Hobart a pu affirmer que les difficultés diminuaient jusqu'à un certain point avec l'augmentation de tension.

Pour fixer les idées, M. Hobart publie dans *The Electrician* (1) les données très détaillées d'une machine d'un



Élévation et coupe de la Dynamo Hobart à haute tension. (Les dimensions sont exprimées en millimètres).

type qu'il a étudié et construit spécialement pour donner 1000 kw avec 1000 volts à une vitesse angulaire de 1000 t:m.

Une coupe et une élévation de cette machine sont représentées ci-dessus, nous en donnons tous les détails.

Induit. — Le noyau induit est en tôles de 0,5 mm d'épaisseur montées sur un croisillon en acier qui se trouve bien ventilé. La vitesse périphérique admise est de 52,5 m:s. Des cales en bois dur sont disposées dans les rainures de l'induit ainsi qu'on le voit sur la figure, afin de maintenir l'enroulement au fond des dents. Une double rangée de frettes en fil d'acier maintient le tout. Les frettes sont isolées et séparées du noyau induit par des bandes de mica.

Collecteur. — Le collecteur est monté sur un tambour en acier fondu qui permet un accès facile de l'air à l'intérieur. Les lames sont protégées contre les effets de la force centrifuge par trois frettes en acier, isolées par des bandes de mica.

La vitesse linéaire à la périphérie est de 26 m:s, ce qui est relativement peu pour une telle machine.

Balais et porte-balais. — On emploie des balais en charbon disposés dans des porte-balais de forme spéciale en vue de diminuer les vibrations, si fréquentes à ces vitesses élevées.

Inducteurs. — La carcasse supportant les inducteurs est en acier doux fondu, des fentes sont pratiquées au milieu de chaque pôle.

Les noyaux sont en acier fondu à section rectangulaire et à angles arrondis.

Pôles auxiliaires. — Ces pôles sont en acier fondu placés au milieu de l'intervalle qui sépare deux pôles principaux. Leur enroulement comprend 23 tours d'un ruban de cuivre enroulé sur champ. Un rhéostat est mis en dérivation avec cet enroulement en vue d'amener l'intensité à la valeur nécessaire pour avoir la meilleure commutation.

DONNÉES PRINCIPALES D'UNE DYNAMO A COURANT CONTINU DE 1000 KW A 1000 V ET A LA VITESSE ANGULAIRE DE 1000 T:M

Nombre de pôles	6
Puissance utile à pleine charge, en kw.	1 000
Vitesse angulaire, en t:m	1 000
Fréquence, en p:s	50
Intensité à pleine charge, en ampères	1 000

DIMENSIONS GÉNÉRALES

Induit.

Diamètre extérieur des tôles de l'induit, en cm.	100
Diamètre au fond des dents de l'induit, en cm	92
Diamètre intérieur des tôles de l'induit, en cm	60
Largeur du fer induit entre flasques, en cm	50
Nombre de canaux de ventilation	8
Largeur de chaque canal de ventilation, en cm.	1
Proportion de l'isolant dans les tôles induites, en centièmes	10
Longueur utile du noyau de fer induit, en cm	36
Nombre de dents	162
Profondeur des dents, en cm.	4
Largeur utile des dents, en cm	1,01

(1) *The Electrician*, 29 juin 1906, p. 424.

Inducteurs.

Longueur de l'épanouissement polaire parallèlement à l'axe, en cm	50
Longueur moyenne de l'arc polaire, en cm	29
Longueur du noyau polaire parallèlement à l'axe, en cm	49
Largeur du noyau polaire perpendiculairement à l'axe, en cm	18
Épaisseur de l'épanouissement polaire au centre de l'arc polaire, en cm	2
Hauteur des noyaux polaires, en cm	27
Profondeur de l'entrefer, en cm	0,7

Culasse.

Diamètre extérieur, en cm	200
Diamètre intérieur, en cm	164
Épaisseur de la culasse, en cm	17,5
Largeur de la culasse parallèlement à l'axe, en cm	80

Pôles auxiliaires.

Largeur de l'épanouissement d'un pôle auxiliaire parallèlement à l'axe, en cm	25
Longueur de l'arc polaire, en cm	10
Entrefer, en cm	0,8
Longueur du noyau polaire parallèlement à l'axe, en cm	25
Largeur du noyau polaire perpendiculairement à l'axe, en cm	8

CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Nombre de conducteurs	648
Nombre d'encoches	162
Nombre de conducteurs par encoche	4
Nombre de circuits de l'enroulement	6
Intensité par circuit, en ampères	167
Longueur moyenne d'une spire, en cm	250
Nombre de spires en série entre balais	54
Longueur totale du bobinage entre balais, en cm	12 400
Section du conducteur induit, en cm²	0,392
Section totale des conducteurs en parallèle, en cm²	2,34
Résistance de l'enroulement induit entre balais à 60° C, en ohms	0,0106

Collecteur.

Diamètre du collecteur, en cm	50
Nombre de lames	324
Épaisseur d'une lame et de son isolant à la périphérie, en cm	0,485
Longueur totale du collecteur, en cm	50
Nombre de lignes de porte-balais	12
Longueur d'un balai, en cm	2
Longueur de l'arc recouvert par un balai, en cm	2
Surface de contact par balai, en cm²	4
Densité de courant dans un balai, en ampères : mm²	6
Vitesse périphérique du collecteur, en m : s	26
Tension de réaction d'induit, en volts	20

CIRCUIT MAGNÉTIQUE

Tension aux bornes de la machine à pleine charge, en volts	1 000
Tension totale induite, en volts	1 020
Flux traversant l'induit en charge par pôle, en maxwells	$9,5 . 10^6$
Facteur de dispersion	1,35
Force magnétomotrice à vide, en ampères-tours	8 224
Force magnétomotrice à vide fournie par l'enroulement principal, en ampères-tours	8 000
Force magnétomotrice à vide fournie par les pôles auxiliaires, en ampères-tours	4 800
Induction dans le noyau de l'induit, en gauss	8 250
Induction dans les dents de l'induit, en gauss	20 700
Induction dans l'entrefer de l'induit, en gauss	7 200
Induction dans les noyaux de l'induit, en gauss	15 200
Induction dans la culasse de l'induit, en gauss	4 550

Enroulement shunt.

Longueur totale des bobines parallèlement à l'axe, en cm	17
Largeur totale des bobines perpendiculairement à l'axe, en cm	8
Intensité du courant d'excitation, en ampères	2,25
Densité du courant, en ampères : mm²	1,32
Puissance perdue dans chaque bobine, en watts	314
Poids du cuivre de l'enroulement de chaque bobine, en kg	81

Enroulement série.

Dimensions du conducteur, en cm	6 × 0,47
Nombre de tours par bobine	6,5
Nombre de conducteurs en parallèle	2
Section totale, en cm	5,65
Intensité du courant dans l'enroulement, en ampères	740
Densité de courant, en ampères : mm²	1,5
Puissance perdue dans l'enroulement série par pôle, en watts	180
Poids de cuivre par bobine, en kg	47

Pôles auxiliaires.

Longueur de l'enroulement, en cm	26
Épaisseur de l'enroulement, en cm	6
Dimensions du conducteur, en cm	6 × 0,45
Nombre de conducteurs en parallèle	2
Section totale, en cm²	5,4
Nombre de spires par bobine	25
Densité de courant, en ampères : mm²	1,16
Puissance perdue par bobine, en watts	340
Poids de cuivre par bobine, en kg	91

PERTES DANS L'INDUIT

1° Pertes dans le cuivre.

Puissance perdue à pleine charge dans les conducteurs induits, en watts	10 600
Poids total de cuivre de l'induit, en kg	260

2° Pertes dans le fer.

Poids total des tôles, en kg	1 200
Induction dans le noyau induit, en gauss	8 250
Fréquence, en p : s	50
Puissance totale perdue dans le fer, en watts	14 000
Puissance perdue par frottements, ventilation, etc., en watts	4 000

Échauffement.

Puissance perdue dans l'induit, en watts . dm²	91
Puissance perdue dans le collecteur, en watts : dm²	69
Puissance perdue dans les bobines shunt, en watts : dm²	10,7
Puissance perdue dans les bobines série, en watts : dm²	15
Puissance perdue dans les bobines auxiliaires, en watts : dm²	15

Total des pertes.

Puissance perdue constante, en watts	22 840
Puissance perdue, variable, en watts	17 810
Puissance totale perdue, en watts	40 650
Rendement commercial, en centièmes	96

Poids total des matériaux actifs.

Poids du cuivre de l'induit, en kg	260
Poids du cuivre du collecteur, en kg	470
Poids du cuivre des bobines shunt, en kg	488
Poids du cuivre des bobines série, en kg	282
Poids du cuivre des bobines auxiliaires, en kg	550
Poids des tôles induites, en kg	1 200
Poids des noyaux inducteurs en acier, en kg	2 140
Poids des pôles auxiliaires, en kg	260
Poids de la carcasse, en kg	12 000
Poids total des matériaux actifs, en kg	17 650
Prix puissancique de la machine, en fr : kw	9,26

A. SOULIER.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Un nouvel accumulateur plomb-zinc. — Tout le monde connaît les accumulateurs plomb-zinc, dont le premier fut établi il y a déjà longtemps, et on sait que la difficulté réside entièrement dans l'obtention d'un bon dépôt de zinc à la recharge.

La batterie Zedecco contient un nouvel élément, zinc-

peroxyde de plomb; dans lequel il paraîtrait que les difficultés ont été surmontées avec succès. Comme électrode négative, on emploie une lame mince de zinc amalgamé, et pour l'électrode positive un type spécial de plaque Faure. Cette plaque consiste en une grille de plomb remplie d'une pâte composée de litharge préparée d'après un procédé dont on n'a pas publié les détails, de telle sorte que, lorsque l'électrode est terminée, on a une pâte très poreuse qui ne se plie pas.

Un des traits caractéristiques de l'élément est que, pendant la charge, de l'air comprimé monte en petites bulles entre les lames, il sort du fond des éléments en charge au moyen de tuyaux perforés reliés à un réservoir d'air comprimé; ce procédé maintient le liquide dans une agitation constante, en même temps qu'il circule de l'air le long des surfaces à charger. Par ce moyen, on obtient un dépôt de zinc très égal sur toutes les lames.

On prétend aussi que, avec ce système, on obtient un oxyde plus élevé que PbO^2.

Les lames sont assurément beaucoup plus foncées que les lames de peroxyde ordinaire, mais nous n'avons pu encore vérifier l'indication des inventeurs, qu'il se produit une oxydation plus élevée. Une fois chargés, on peut laver et mettre à sec les éléments que l'on peut conserver ainsi un temps très grand sans crainte qu'ils perdent leur charge, car il n'y a aucune tendance pour que le peroxyde soit réduit, et naturellement la lame de zinc ne change pas de poids.

Dans une expérience récente faite sur une électromobile équipée avec ces éléments, les batteries avaient été chargées et mises à sec pendant un mois avant d'être placées sur la voiture. Avec ce procédé de construction, les lames sont disposées dans des boîtes d'aluminium, doublées d'ébonite, et trois éléments sont montés dans une boîte. Les batteries employées sur les automobiles étaient formées de 16 boîtes, soit de 48 éléments, chaque boîte ayant un poids de 56 kg. La puissance massique de cette batterie au régime normal de décharge de 50 A, est 48 à 50 w-h par kg de poids total, et 39 w-h par kg de poids total à un régime de décharge de 150 A. Les résultats des essais faits sur cet élément sont les suivants : Une boite de trois éléments déchargés à 89 A pendant deux heures et demie a fourni 222 A-h; la tension moyenne était de 2,42 v par élément. Déchargée ensuite au régime de 65 A pendant 1 heure et demie, la même batterie a fourni 98 A-h, avec une tension moyenne de 1,83 v par élément, soit un total de 320 A-h.

Les mêmes éléments ont été rechargés. Les 14 lames de zinc pesaient avant la charge 1,47 kg.

La tension de charge variait de 2,8 à 2,64 v par élément.

L'intensité de charge a varié de 55 A à 15 A.

La durée de la charge a été de 10 heures 20 minutes. Il a donc été fourni 424,61 A-h sous 2,71.

Les 14 lames pesaient à la fin de la charge 1,86 kg. D'où l'on déduit que le poids gagné pendant la charge a été de 0,44 kg par élément.

Le poids déposé théoriquement serait de près de 0,5 kg.

Après cette charge, les éléments furent déchargés sur une résistance constante; ils ont donné les résultats suivants :

La tension, qui était au début de 2,58 v par élément avec un débit de 50 A, est descendue à 1,8 v avec 35 A; la quantité totale d'électricité recueillie était donc à la décharge de 399 A-h, et l'énergie totale obtenue de 860 w-h.

Après avoir laissé reposer les éléments toute la nuit, on avait le matin 2,5 v aux bornes de chaque élément à circuit ouvert, et on a pu obtenir 50 A pendant 15 minutes. Un élément fut mis en court-circuit; pendant plus d'une minute, il donna 120 A avec 1,4 v, puis sa tension remonta rapidement à 2,2 v à circuit ouvert.

Le poids d'un élément complet étant de 18,5 kg, on a obtenu dans ces essais une énergie massique de plus de 46 w-h : kg d'élément.

On a fait en outre plusieurs courses avec une automobile châssis Sheele, équipée de 2 moteurs de 4 kw avec combinateur série parallèle.

Les éléments étaient disposés en 2 groupes et placés sous le siège du conducteur. Le poids total de l'automobile avec 6 personnes était de 2100 kg. On a employé 48 éléments avec lesquels on a fait des parcours de 120 à 192 km avec une seule charge. La vitesse en palier était de 32 km par heure.

La longue durée nécessaire pour la recharge rend cette batterie peut-être un peu incommode pour faire du tourisme; à part cela, elle s'est bien comportée; il reste à voir si l'entretien et la durée de la batterie seront comparables à ceux des batteries actuelles.

La Société électrotechnique internationale. — Cette Société vient de se fonder sous la présidence de M. Alexander Siemens; on trouve parmi ses membres, Sir William Preece, le colonel Crompton, et bien d'autres. Les statuts qui ont été soumis à tous les pays qui se sont décidés à envoyer des représentants, ne sont pas encore établis. Cependant on a pris soin d'empêcher que cette Société ne puisse être incommodée d'aucune façon par le contrôle du gouvernement. Les travaux doivent être dirigés par le comité de la Société et par des comités locaux.

Lord Kelvin a été élu premier président, et le colonel Crompton a été nommé secrétaire honoraire. On a décidé que le travail de la Commission se ferait par correspondance, et ses efforts se porteront d'abord sur l'unification du langage et des notations, de sorte que les termes électrotechniques employés seront communs à tous les pays. Puis on espère arriver à une généralisation des formules physiques qui doivent être communes à tous les pays.

Accident terrible à un autobus. — Un omnibus automobile avait été loué le 12 juillet dernier pour transporter plusieurs commerçants qui désiraient passer un

jour de vacance et de plaisir à Brighton. La plupart habitaient un petit village près de Chiselhurst. L'omnibus venait de gravir une assez longue côte et il commençait à redescendre graduellement de l'autre côté où se trouvait plus loin une descente très rapide. Malheureusement le mécanicien arriva au sommet de la colline avec une trop grande vitesse, de sorte que, dès que l'omnibus commença à descendre, la vitesse s'accrut si rapidement que, quand le chauffeur appliqua les freins, ils se rompirent tout de suite. L'omnibus se mit à rouler d'un côté de la route à l'autre et, à un moment donné, atteignit une vitesse de près de 80 km par heure; il heurta un grand chêne sur le bord de la route. Tous les voyageurs qui étaient sur l'impériale de l'omnibus furent projetés contre l'arbre, et 8 personnes furent tuées instantanément. Les autres 24 voyageurs furent sérieusement blessés. Le tableau était terrifiant, l'omnibus était en miettes et, pendant quelques heures, il resta en travers de la route. Ce ne fut qu'au prix des plus grandes difficultés qu'on parvint à l'enlever. Des médecins et des garde-malades furent appelés de partout, mais cet endroit étant très éloigné de toute ville, on dut attendre quelque temps avant de pouvoir porter secours aux blessés. Un bicycliste fut la seule personne sur la route témoin de l'accident; il faillit bien, lui aussi, être écrasé par l'omnibus.

L'opinion générale est que ces omnibus automobiles, étudiés spécialement pour circuler dans les rues de Londres, ne sont pas faits pour le trafic dans un pays où il y a des côtes et des descentes très fortes. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 9 juillet 1906.

Action de l'effluve sur le cyanogène. — Note de M. H. Gaudechon. (*Extrait.*) — L'action de l'effluve sur le cyanogène gazeux a été l'objet des expériences de plusieurs observateurs, notamment de M. Berthelot et de Schützenberger qui ont constaté des phénomènes de condensation moléculaire et de polymérisation.

J'ai repris cette étude en employant les appareils de M. Berthelot et j'ai constaté que l'effluve en présence du cyanogène pur et sec donne lieu à la formation de corps qui ne sont pas des produits de polymérisation simple du cyanogène, mais bien des produits de condensation solides et solubles, enrichis en carbone, avec élimination simultanée d'azote gazeux.

La composition des corps ainsi obtenus varie avec la pression du gaz, la capacité électrique des appareils, la tension réalisée aux bornes du secondaire de la bobine d'induction, etc.; tous phénomènes susceptibles de varier au cours des expériences. Je me suis attaché à réaliser autant que possible les conditions de l'effluve proprement dite, en évitant la pluie de feu dont les effets sont différents. Dans les diverses expériences que j'ai effectuées, j'ai toujours obtenu une quantité notable d'azote libre accompagnant la formation d'un dépôt brun. (Suit le détail des expériences.)

Les corps solides bruns ainsi obtenus sont solubles partiellement ou en totalité dans les solutions alcalines diluées, ce qui montre qu'ils ne renferment pas de carbone libre.

Ces corps, soumis à l'action de la chaleur, dégagent toujours un peu de cyanogène; chauffés au rouge sombre avec précaution, ils subissent un commencement de décomposition avec mise en liberté d'une nouvelle dose d'azote; en même temps, ces corps deviennent insolubles dans l'eau et de plus en plus difficilement solubles dans les alcalis, même concentrés. Le rapport du carbone à l'azote s'éloigne de plus en plus de l'égalité.

Il résulte donc de ces essais que, par l'action de l'effluve sur le cyanogène, je n'ai pu obtenir un corps solide résultant de la polymérisation simple de ce gaz, mais des produits de condensation formés avec élimination d'azote et enrichissement consécutif en carbone, sans qu'il y ait décomposition et apparition de carbone libre dans les limites de température où j'ai opéré.

Ces corps diffèrent du mellon (rapport C^3Az^4) signalé par Liebig, dans lequel il y a au contraire un excès d'azote par rapport au carbone. Mais ils se rapprochent de certains produits de condensation du cyanogène obtenus par voie humide par M. Berthelot, notamment dans la réaction du cyanogène sur l'alcool et sur le cyanure de potassium (1), corps ayant d'ailleurs fixé les éléments de l'eau et enrichis en carbone par élimination d'azote sous forme d'ammoniaque.

On remarquera que, sous l'action de l'effluve, le cyanogène se comporte comme dans les expériences de M. Berthelot sur l'oxyde de carbone et à la façon de la chaleur agissant sur les carbures d'hydrogène gazeux.

Qu'il s'agisse des combinaisons binaires du carbone avec l'hydrogène, l'oxygène ou l'azote, les transformations de ces combinaisons, soit par la chaleur, soit par l'effluve électrique, donnent naissance à une suite de composés de plus en plus condensés, à mesure que le rapport du carbone à l'élément antagoniste tend à croître, c'est-à-dire à se rapprocher du carbone pur.

Sur l'inclinaison magnétique terrestre aux époques préhistoriques. — Note de M. Paul-L. Mercanton, présentée par M. Mascart. — J'ai appliqué, en y employant un magnétomètre très sensible, la méthode de Folgheraiter à l'étude de l'état magnétique de quelques vases d'argile cuite des époques préhistoriques, pour essayer d'en déduire le sens et tout au moins l'ordre de grandeur de l'inclinaison magnétique terrestre au moment de leur cuisson.

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, 8e série, t. III, 1904, p. 147, plus spécialement p. 152, 155, 162.



Des vases examinés deux (musée royal de Munich) étaient d'âge néolithique (Robenhausen, Hammerau), quatre (musée de Lausanne) dataient du bel âge du bronze (1500-1250 av. J.-C.) (lac de Neuchâtel), onze de l'époque de Hallstatt (800-600 av. J.-C., Haute-Franconie, Haut-Palatinat) (musée de Munich). Tous ces vases étaient de fabrication locale, assez grossière, faits à la main sans tour, irrégulièrement cuits. Tous présentaient une ou deux anses assez saillantes pour imposer la quasi-certitude qu'il avaient été cuits dans leurs positions de station normale, dressés sur leurs bases.

J'ai tracé, pour un certain nombre de points des pourtours de la base et de la bouche, aux extrémités d'un même méridien, les courbes des déviations magnétométriques. L'examen de ces courbes, fait par moi et corroboré par M. Folgheraiter, montre sans ambiguïté que, pour tous les vases étudiés, le champ (terrestre) magnétisant était peu incliné sur l'axe du vase; que pour tous, à l'exception d'un seul, la polarité nord prévalait à la base, la polarité sud à la bouche.

Eu égard aux défauts d'homogénéité de la composition des vases et de leur cuisson, on pourrait craindre que leur état magnétique n'ait changé avec le temps, bien que, pour les vases de l'antiquité historique, Folgheraiter ait démontré la stabilité parfaite de l'aimantation. Je me suis assuré, par l'expérience directe, que le champ coercitif pour les vases de l'âge du bronze était compris entre 200 et 400 fois environ la valeur du champ terrestre actuel.

Je formulerai donc les conclusions suivantes :

A l'époque néolithique (Robenhausen) l'inclinaison magnétique terrestre était probablement forte et boréale, en Suisse.

A l'époque du bronze (1500-1250 av. J.-C.) elle était très probablement forte et boréale en Suisse (Corcellettes).

A l'époque de Hallstatt (800-600 av. J.-C.) l'inclinaison magnétique terrestre était, selon toutes probabilités, forte et boréale (les onze cas concordent) en Bavière septentrionale.

Ce dernier cas paraît en contradiction avec cette conclusion de M. Folgheraiter qu'en Étrurie régnait, au VIIIe siècle avant notre ère, une inclinaison australe et plutôt faible.

Cette divergence ne paraît pouvoir être tranchée que par l'examen de nouvelles collections céramiques.

Séance du 16 juillet 1906

Sur la conductibilité électrique du colloïde hydrochloroferrique. — Note de M. G. Malfitano, présentée par M. E. Roux. (*Extrait.*) — La technique de la filtration au travers du collodion des liqueurs colloïdales a permis d'expérimenter sur la conductibilité spécifique des micelles, que l'on pouvait par ce moyen séparer de la solution d'électrolytes qui forme leur milieu. Deux ordres de résultats au premier abord contradictoires ont été fournis par M. J. Duclaux [1] et par moi-même [2]. Je vais montrer à présent comment ces deux résultats, expérimentalement exacts tous les deux, peuvent être vérifiés dans le même colloïde et comment ils peuvent être coordonnés.

Les solutions de colloïde hydrochloroferrique suffisamment diluées, celles qui ne manifestent pas vis-à-vis de leur milieu intermicellaire de pression osmotique appréciable, ont une conductibilité électrique dont la valeur est très voisine (légèrement supérieure ou inférieure) de celle du liquide que l'on retire en filtrant sur le collodion. Le contenu du filtre se concentrant en micelles, la pression osmotique apparaît et augmente, la conductibilité diminue si le liquide qui filtre est une solution riche en électrolytes (au-dessus de $K = 5 . 10^{-3}$ environ), augmente par contre si le liquide qui filtre est une solution faible. La solution d'électrolytes séparée ne change pas considérablement pendant la filtration, de sorte que la conductibilité propre des micelles aurait une valeur négative dans le premier cas, positive dans le deuxième et serait nulle à une concentration donnée. (Suit le détail des expériences.)

L'influence de la micelle sur la quantité d'électricité qui traverse une solution de colloïde hydrochloroferrique doit dépendre de la composition du milieu intermicellaire, de celle de la micelle et du volume occupé par elle. La différence entre la conductibilité de la liqueur colloïdale entière et celle de la solution débarrassée des micelles par filtration ne peut représenter la conductibilité spécifique micellaire. Les variations dans les valeurs de cette différence indiquent que les influences réciproques entre la micelle et son milieu affectent non seulement leur composition respective, mais aussi leur état d'ionisation et le volume micellaire.

(1) *Comptes rendus*, séance du 29 mai 1905.
(2) *Ibid.*, séance du 26 décembre 1904.

Influence des non-électrolytes sur la précipitation des colloïdes de signe électrique opposé. — Note de M. J. Larguier des Bancels, présentée par M. Dastre. (*Extrait.*) — La plupart des auteurs qui ont étudié la précipitation des colloïdes ont opéré le mélange des substances qu'ils considéraient en milieu aqueux. J'ai, pour ma part, déterminé dans ces conditions, quelques-uns des caractères de la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé, en présence d'électrolytes; j'ai montré notamment [1] : 1° que « le mélange de deux colloïdes de signe opposé donne lieu à une précipitation qui, pour une proportion convenable, est totale; l'addition d'un électrolyte capable de précipiter l'un des deux colloïdes fait obstacle à la précipitation mutuelle de ceux-ci » et 2° que « le précipité résultant du mélange des deux colloïdes de signe opposé peut être dissocié, en général, par l'addition d'un électrolyte capable de précipiter l'un des éléments du couple ».

Il m'a paru intéressant de rechercher si l'addition d'un non-électrolyte au mélange de deux colloïdes de signe opposé est capable de même d'en modifier la précipitation mutuelle. Cette question, qui a pour la technique

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1647.



des colorations et des teintures une certaine importance pratique, n'a pas été envisagée jusqu'ici.

Les expériences, dont on trouvera les résultats dans la présente Note, ont porté essentiellement sur les deux couples suivants : hydrate ferrique colloïdal (positif) et bleu d'aniline (négatif); sulfure d'arsenic colloïdal (négatif) et rose de magdala (positif). J'ai considéré, d'autre part, les non-électrolytes suivants : urée, glucose, saccharose, glycérine, alcool éthylique, aldéhyde formique, acétone.

1° *Le mélange de deux colloïdes de signe opposé, en présence de non-électrolytes, donne lieu, en général, à une précipitation ; cette précipitation, pour une proportion convenable des éléments du couple, est totale.*

2° *La présence de certains non-électrolytes a pour effet de faciliter la précipitation mutuelle des deux colloïdes de signe opposé; la présence de certains autres, en revanche, fait obstacle à cette précipitation.*

3° *Le précipité résultant du mélange des deux colloïdes de signe opposé en milieu aqueux peut être dissocié par l'addition d'un non-électrolyte convenablement choisi. Les non-électrolytes qui sont en état de faire obstacle à la formation du précipité sont aussi capables de dissocier le précipité résultant; l'intensité de l'action dissociatrice correspond approximativement à celle de l'action inhibitrice.*

L'interprétation des résultats précédents paraît très délicate; en particulier, l'action exercée par le non-électrolyte sur chacun des éléments du couple de colloïdes (précipitation) ne suffit pas à en rendre compte.

Pigmentation des cheveux et de la barbe par les rayons X. — Note de MM. A. Imbert et H. Marquès, présentée par M. Bouchard. — L'un de nous qui, depuis le mois de janvier 1896, n'a cessé de s'occuper journellement des applications médicales des rayons X, avait constaté que ses cheveux et sa barbe, déjà presque complètement blancs, se pigmentaient progressivement au point d'acquérir une teinte plus foncée que la teinte primitive. Cette pigmentation était d'ailleurs assez intense et assez générale pour frapper spontanément les personnes de l'entourage et la cause ne paraissait devoir en être cherchée que dans une action due aux rayons X; mais ce n'était là cependant qu'une hypothèse que nous n'avons pas cru devoir émettre jusqu'au jour où le fait suivant nous en a fourni une confirmation qui nous paraît absolument rigoureuse.

Ce fait est relatif à un homme de cinquante-cinq ans que nous avons soumis à un traitement radiothérapique pour lupus de la joue gauche. Pour des raisons particulières, il ne fut fait usage, durant les premiers mois du traitement, d'aucun écran limitateur de la surface à irradier, si bien que les cheveux tombèrent sur une étendue de plusieurs centimètres tout autour de l'oreille; quant aux poils de la moustache, plus éloignés de l'ampoule à rayons X, aucune chute appréciable ne fut observée. Or les cheveux tombés ont depuis longtemps repoussé, et tous sont presque entièrement et complètement noirs dans les régions les plus voisines de l'oreille; la pigmentation nouvelle va d'ailleurs en s'atténuant pour les cheveux situés plus loin, mais elle est cependant manifeste. Quant à la moustache, la moitié gauche est aussi nettement moins blanche que la moitié droite qui était située plus loin du centre d'émission des rayons X.

Ces différences de pigmentation sont assez intenses pour pouvoir être accusées par la photographie, ainsi qu'en font foi les épreuves jointes à la présente Note, obtenues sans la moindre retouche et pour lesquelles on a éliminé, dans la mesure du possible, l'influence de l'éclairage.

Depuis que cette pigmentation nouvelle s'est produite, les cheveux ont été taillés à diverses reprises; ils ne sont plus, depuis de longs mois, soumis à l'action des rayons X, mais ils repoussent toujours avec la même teinte foncée. Il s'agit donc d'un effet durable, différent, croyons-nous, de la pigmentation bien connue et passagère de la peau sous l'influence du traitement radiothérapique et que l'on peut obtenir sans chute préalable des poils.

D'autres faits nous autorisent à ajouter que la teinte des cheveux blonds se fonce sous l'action des rayons X.

Quant au mécanisme suivant lequel se produisent les phénomènes de pigmentation que nous venons de relater, action directe sur les chromophages ou autre, nous ne pouvons actuellement rien dire encore de précis.

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

CONGRÈS DE LYON

(1er *au* 7 *août* 1906)

3e ET 4e SECTIONS. — NAVIGATION, GÉNIE CIVIL ET MILITAIRE

Transport d'énergie électrique de Moutiers, à Lyon, par M. A. Boissonnas, *ingénieur à Genève.* — Toutes les villes situées à moins de 200 km de chutes d'eau importantes ont demandé à la transmission d'énergie électrique de leur fournir la force motrice.

Grenoble, puis *Milan* et *Turin* ont donné l'exemple; la ville de *Lyon*, plus éloignée des massifs montagneux, les a suivies; et ce fut ensuite le cas de *Marseille*, *Bordeaux* et *Venise* pour ne parler que des villes les plus importantes.

Le problème du transport de l'énergie, bien qu'apparemment partout le même, présente dans l'exécution des différences intéressantes.

Les distances et les quantités d'énergie à transmettre varient, les contrées traversées sont de climats divers ou d'une topographie différente, et le régime des lois sous lesquelles les lignes électriques peuvent être installées en facilite plus ou moins l'établissement suivant les pays.

Ce dernier côté de la question exerce une influence prépondérante.

En *France* en particulier, aucune loi ne donne le droit d'établir des supports de lignes électriques sur propriétés privées.

Les lignes ne peuvent y être posées que le long des voies

publiques, dont elles doivent suivre toutes les sinuosités, à moins d'entente amiable avec les propriétaires intéressés. Il y a là une cause d'entraves pour le développement des transmissions d'énergie électrique, et l'on attend les plus heureux effets du projet de loi. encore à l'étude, qui avait fait l'objet des discussions du *Congrès de la Houille blanche* en 1902.

La ville de *Lyon* étant située à plus de 100 km des forces motrices facilement réalisables, les difficultés dont il vient d'être parlé avaient empêché, jusqu'à maintenant, de songer à la *Houille blanche*, en dehors de la remarquable usine de Jonage située sur le *Rhône* aux portes de la ville.

Le transport qui fait plus spécialement l'objet de cette communication franchit une distance de près de 178 km avant d'atteindre la ville de *Lyon* et a sa station génératrice située à *Moutiers* en Savoie.

Il a été entrepris et exécuté par la *Société grenobloise de force et lumière* avec le concours de la *Société franco-suisse pour l'industrie électrique* pour assurer le service de la *Société des omnibus et tramways de Lyon.*

Il s'agissait de fournir environ 3000 kw en courant continu directement utilisable pour la traction, à la tension de 600 v. C'est dire que dans l'opération étaient compris la production du courant à la source hydraulique, son transport et sa transformation à l'arrivée; cette dernière devait avoir lieu au centre de l'alimentation du réseau des tramways au cœur même de la ville de *Lyon.*

Le cas était spécial et ne comportait pas comme d'ordinaire une distribution générale atteignant divers abonnés. Il consistait uniquement en un transport d'un point à un autre d'une quantité déterminée d'énergie électrique.

La transmission par courant alternatif, à laquelle il a été presque exclusivement recouru jusqu'ici, pouvait réaliser le programme avec la tension de 50 000 v déjà utilisée sur le *Littoral méditerranéen*, par exemple.

L'établissement de la ligne présentait cependant de sérieuses difficultés, vu la nature des contrées traversées et l'obligation de se plier aux contours et détours multiples des routes qu'il fallait suivre.

Pour cette raison principalement il a été adopté un système peu utilisé jusqu'ici, mais qui cependant avait déjà fait ses preuves et qui est connu sous le nom du « Système-série à courant continu ».

Ce système permet une simplification notable de la ligne de transport.

Au point de vue économique, cela ne veut pas dire que son coût d'établissement soit inférieur à celui des autres systèmes, car les usines génératrices et réceptrices sont par contre d'un coût élevé.

Pour en faire comprendre les caractéristiques, il est plus aisé de l'examiner par comparaison avec le système à courant alternatif déjà connu.

Le courant continu produit est maintenu constant à une valeur fixée, dans le cas qui nous occupe, à 75 ampères, tandis qu'avec le courant alternatif, l'intensité aurait varié avec la charge.

La tension des dynamos génératrices varie ainsi que leur vitesse suivant la puissance à fournir, alors qu'avec le courant alternatif la vitesse et la tension auraient été maintenues constantes.

Avec le courant continu, c'est la variation de la tension à l'usine génératrice qui adapte la production de l'énergie à celle absorbée par les moteurs.

Les génératrices de même que les réceptrices sont branchées sur une seule et même ligne en série les unes après les autres.

Le même courant les traverse toutes.

Un régulateur à la station génératrice fait varier la vitesse et partant la tension produite, tandis que les moteurs tournent à vitesse constante en absorbant plus ou moins de tension suivant leur charge.

La constance de la vitesse des moteurs est une des données du problème, car ils doivent actionner des génératrices à courant continu pour tramway à la tension constante d'environ 600 v.

Au départ le régulateur de l'usine de production est actionné par le courant de ligne qu'il s'agit de maintenir constant.

Toutes les fois que la charge tend à s'accroître, le régulateur ouvre le vannage des turbines, accroît la vitesse, ce qui a pour effet de fournir la puissance demandée à une tension plus élevée. Il en résulte que, pour cette même puissance, le courant est ramené automatiquement à sa valeur de régime.

A l'arrivée, pour conserver la constance de vitesse des moteurs, le régulateur est à force centrifuge et actionne le porte-balais des dynamos dont le mouvement a pour effet de décaler plus ou moins le champ induit en faisant varier le couple moteur suivant la puissance à développer.

A chaque puissance à fournir correspond une position donnée des balais et le régulateur a pour office d'adapter chaque position à chaque charge.

Les collecteurs sont la partie délicate de toute machine à courant continu. Il y a donc intérêt à en diminuer le nombre et pour cela à augmenter le plus possible la puissance de chacune des unités tant génératrices que réceptrices sans dépasser cependant la tension admissible entre deux frotteurs des collecteurs.

Dans le cas qui nous intéresse, la tension de chaque induit des génératrices a été fixée en pleine charge à environ 3500 v. Ces induits sont montés par quatre sur un bâti commun et forment un groupe d'une tension de 14 000 v, ce qui, pour quatre groupes à l'usine simultanément en fonction nous donne 56 000 v au départ.

La ligne est établie pour une perte en ligne de 12,5 centièmes de la puissance générée à 56 000 v.

Elle se compose de deux fils de cuivre de 9 mm de diamètre sur 173 km, et sur 5 km à l'arrivée elle est en câbles souterrains d'une section utile de 75 mm².

Les moteurs fournissent sur leur arbre une puissance de 540 poncelets environ et actionnent directement des génératrices courant continu 600 v de 500 kw chacune.

Les génératrices du départ, les moteurs à l'arrivée ainsi que les génératrices courant continu tramway des groupes de transformation ayant chacune un rendement en pleine charge d'environ 93 pour 100, on obtient, en tenant compte de la perte en ligne, un rendement général de 70,5 pour 100 entre l'énergie fournie sur l'arbre des turbines et l'énergie distribuée par le tableau général de l'usine des tramways.

Quant au rendement de transmission entre arbre turbine et arbre moteur, il est de 75,5 centièmes.

Notons encore une divergence essentielle entre le système série à courant continu et le système usuel à courant alternatif avec potentiel constant.

Avec le premier, la perte en ligne, dépendant de la résistance de celle-ci et de la valeur du courant, est constante puisque ces deux facteurs sont constants, tandis que dans le deuxième système cette perte est proportionnelle à la charge.

Dans le cas qui nous occupe cette perte représente environ 535 kw qui sont dépensés continuellement, que la ligne fournisse ou non de l'énergie utile.

En pratique, lorsque l'on a l'eau en abondance et que l'on n'a pas la possibilté d'accumuler, c'est-à-dire lorsqu'on laisse perdre l'eau qui n'est pas utilisée, il n'y a pas d'inconvénient à maintenir la ligne continuellement en charge.

A un autre point de vue, le courant continu série présente de sérieux avantages. Il évite les effets de self-induction et d'induction mutuelle qui limitent avec le courant alternatif le diamètre des fils et oblige en conséquence à en augmenter

le nombre, entraînant ainsi l'établissement de supports fort dispendieux et souvent très difficiles à installer vu leur trop grand encombrement. Rien n'empêche avec le courant continu d'adopter n'importe quelle section.

Il se produit par contre avec le courant continu à haute tension des charges statiques qui obligent à décharger continuellement la ligne en la mettant en rapport avec la terre par l'intermédiaire de résistances très élevées.

Un autre point délicat du système est l'obligation d'adopter des mesures toutes spéciales d'isolement non seulement entre la terre et les moteurs, mais aussi entre la terre et le personnel qui peut être appelé à toucher aux machines sous tension.

Le courant alternatif permettant la transformation de la tension par des convertisseurs statiques, on a en toute occasion la possibilité de transformer à des tensions non dangereuses toutes les parties des conducteurs et des machines qui peuvent venir en contact de personnes.

Ce n'est pas le cas avec le courant continu série où chaque partie du circuit est traversée par le même courant non transformable.

Les effets de la foudre sont particulièrement à redouter pour la dernière raison qui vient d'être indiquée, puisque les dynamos parcourues par le courant de ligne lui-même présentent une grande surface à proximité de la terre et constituent le point le plus délicat du système toujours facilement attaquable.

Pour y parer, il a été installé les systèmes de parafoudre les plus divers, à interruptions multiples avec souffleurs magnétiques, à condensateurs et à décharge continue par le moyen d'une résistance élevée. Tout fait espérer que la pratique prouvera leur bon fonctionnement.

Il est intéressant de signaler les précautions qui ont été prises pour éviter toute interruption de service en sectionnant la ligne en plusieurs tronçons et en la faisant inspecter par des postes permanents de gardiens placés environ tous les 15 km.

Ces différents postes sont reliés entre eux par une double ligne téléphonique ainsi qu'avec les stations génératrices et réceptrices.

Des appareils de contrôle permettent la mise rapide en service ou hors service des différents groupes, et la simplicité des tableaux et de l'appareillage doit tout particulièrement être remarquée, car une unité peut être mise en circuit ou hors circuit par la simple manœuvre d'un seul interrupteur.

Nous devons revenir sur un point important que nous n'avons fait que mentionner, nous voulons parler de la partie de la ligne d'environ 5 km de longueur formée de deux câbles souterrains à un seul conducteur.

Ce câble constitue une innovation, car à part le câble triphasé à 26 000 v placé à titre d'essai à *Toulon* pour le compte de la *Société française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston* et construit par la maison *Geoffroy Delore*, nous ne connaissions pas d'exemple de câble directement intercalé dans une ligne de transport d'énergie à tension aussi élevée.

Dans le cas qui nous occupe, le câble doit résister à une tension normale de 50 000 v entre son âme et la terre, mais a été éprouvé aux essais à 75 000 v alternatifs correspondant à près de 106 000 v courant continu soit plus du double de la tension de service.

Le câble a été fourni par la maison *Berthoud Borel* de *Lyon*.

Afin de diminuer dans la mesure du possible toutes les interruptions de service, il a été installé à l'arrivée à *Lyon* une station transformatrice de secours composée de moteurs à courant continu accouplés à des génératrices triphasées 10 000 v dépendant elles-mêmes du réseau général alternatif à 40 000 v de la *Société grenobloise de force et lumière* qui pénètre jusqu'à *Lyon*.

Ces dynamos conjuguées forment des groupes reversibles. Nous voulons dire par là que chaque groupe peut aussi bien recevoir du courant continu et produire du courant alternatif qu'il peut absorber du courant alternatif et générer du courant continu série.

Des régulateurs doubles sur les unités à courant continu permettent ces deux fonctionnements.

Cette station peut donc, soit livrer du courant alternatif triphasé 10 000 v pour divers usages, soit fonctionner comme station génératrice de courant continu série et venir au secours de la station génératrice de *Moutiers*.

Nous serions incomplets si nous ne mentionnions pas la question du retour par la terre qui a fait l'objet d'intéressantes études en 1902 sur l'initiative de MM. Bergès et qui ont été suivies par une Commission désignée par le Comité d'électricité sous la présidence de M. Harlé.

La possibilité de la marche du système avec un fil mis partiellement ou totalement à la terre a bien été envisagée, mais pratiquement il a dû y être renoncé vu les difficultés de tabler, pour le moment encore, sur ce mode de fonctionnement aussi longtemps qu'il n'aura pas été plus dûment éprouvé, et qu'il n'aura pas été autorisé, car il n'est pas sans entraîner quelques troubles locaux du fait des courants telluriques.

En terminant, c'est peut-être la place ici de rappeler une communication présentée à l'*Académie des sciences* en 1881 par M. Cornu au nom de M. Cabanellas.

Il est intéressant de noter que déjà à cette époque M. Cabanellas, comme un précurseur, faisait prévoir le parti que l'on pourrait tirer du fonctionnement des dynamos branchées en série.

Plus tard, en 1886, M. Fontaine soumettait à l'*Académie* le résultat de ses expériences pour obtenir des hautes tensions en remplaçant une seule machine réceptrice par diverses machines branchées en série.

Ce n'est cependant qu'après 1890 que le système reçut une première application importante en *Italie*, qui permit à M. Thury, actuellement Ingénieur en chef de la *Compagnie de l'industrie électrique et mécanique*, de mettre au point à cette occasion la question du réglage qu'il a perfectionnée depuis et réalisée d'une façon que l'on peut dire parfaite dans l'exemple que nous venons d'exposer, car c'est à cette Compagnie qu'est due la construction du matériel courant continu série installé à Moutiers et à Lyon.

Nous ne voulons pas tirer de conclusions générales sur les applications que l'on peut faire de ce système, car à chaque cas correspond une solution spéciale qui résulte des conditions toujours variables du problème à résoudre, mais nous devons insister sur l'intérêt considérable et sur l'avenir que nous croyons réservés à la facilité de constituer en câbles souterrains les lignes à courant continu série.

L'essai couronné de succès fait par la *Société grenobloise de force et lumière* mérite à ce point de vue tout spécial de retenir l'attention.

Application des turbines à vapeur aux stations centrales d'électricité, par M. de Marchena, *ingénieur en chef de la Compagnie Thomson-Houston, Paris.* — L'application des turbines à vapeur à la commande directe des dynamos ne date vraiment que de quelques années; mais, dans ce très court laps de temps, elle a pris un développement extraordinaire qui constitue certainement le fait le plus saillant de l'industrie électrique durant cette période.

A l'heure actuelle, pour ne citer que les types les plus en vogue, il y a en exploitation ou en cours de construction environ 600 000 kw en turbines Parsons, 600 000 kw en turbines Curtis, 100 000 kw en turbines Zoelly, et cependant ces deux derniers types sont relativement récents, puisqu'elles

n'ont paru sur le marché : les turbines Curtis qu'en 1902, et les turbines Zoelly en 1903.

Le mouvement en faveur des turbines à vapeur est si général, et leurs avantages sont si universellement reconnus et hors de toute discussion, qu'à l'heure actuelle on ne concevrait plus guère de grande station génératrice constituée autrement qu'avec ces appareils.

La principale difficulté qu'a rencontrée à ses débuts la turbine à vapeur résidait dans les vitesses élevées de rotation auxquelles son emploi conduisait. Cette difficulté a été résolue par l'emploi des expansions plus ou moins multipliées, permettant de réduire considérablement les vitesses d'écoulement de la vapeur, et par suite les vitesses périphériques qui leur sont étroitement liées.

Ces expansions sont surtout nombreuses dans les types de turbines plus anciens, telles que les turbines Parsons, dans lesquelles on est ainsi arrivé à réduire les vitesses périphériques à des valeurs relativement modérées (40 à 50 m environ).

Mais les progrès de la métallurgie, en mettant à la disposition de l'industrie des métaux plus résistants, ont permis d'aller beaucoup plus loin, sans inconvénients, dans la voie des vitesses périphériqnes; dans les turbines Curtis, ces vitesses périphériques atteignent 110 à 120 m:s, ce qui a permis de réduire à 3 ou 4 le nombre des expansions, et à 8 ou 9 le nombre des roues mobiles.

Dans les turbines Zoelly et Rateau, le nombre des roues est également très inférieur à celui des turbines Parsons, et ne dépasse pas, en général, 12 à 14.

Toutefois, les vitesses de rotation sont restées élevées, et cette tendance ne fera probablement que s'accentuer pour des raisons d'ordre économique et de concurrence commerciale, le coût des turbines, comme cela est naturel, diminuant considérablement, au fur et à mesure que la vitesse de rotation augmente.

Cette vitesse est actuellement, pour la plupart des types en usage :

D'environ 3000 t:m pour les puissances inférieures à 400 poncelets;
De 1500 t:m pour les puissances de 1100 à 1500 poncelets;
De 1000 t:m pour celles de 2250 à 3000 poncelets;
De 750 t:m pour celles de 4500 poncelets et au-dessus.

Ces vitesses élevées ont quelques conséquences restrictives pour ce qui concerne l'emploi des turbines à vapeur; elles ne se prêtent pas avantageusement à l'établissement des dynamos à courant continu, principalement des dynamos à faibles tensions (125 ou 250 volts). Toutefois l'emploi des pôles auxiliaires de commutation a déjà permis d'atténuer sensiblement les difficultés qui en résultaient pour la commutation des dynamos à collecteur, et celui des machines unipolaires actuellement à l'étude peut faire espérer leur suppression complète.

Nous devons ajouter d'ailleurs qu'il n'y a pas lieu de croire beaucoup au développement de la machine à courant continu à basse tension comme unité constitutive des stations centrales de l'avenir. La tendance actuelle, qui vise à la concentration de la puissance génératrice dans de très grandes stations, est entièrement opposée à ce développement; ces stations doivent, forcément, pour se trouver dans des conditions favorables au point de vue de leur alimentation d'eau et de charbon et de leurs facilités d'extension, être situées à distance des centres de distribution de lumière et de force motrice, et par suite ne peuvent comporter que des unités à haute tension pour lesquelles le courant alternatif s'impose.

Toutefois, même pour le courant alternatif, les vitesses élevées constituent une certaine gêne en limitant étroitement les fréquences et les puissances d'unités qu'il est possible d'adopter. Cette gêne est d'autant plus grande que la fréquence est plus basse et les puissances plus faibles.

Prenons, par exemple, le cas d'une fréquence de 25 p:s. Deux seules vitesses apparaissent comme possibles : 1500 et 750 tours par minute.

Il en résulte qu'avec cette fréquence il n'est guère facile de réaliser dans de bonnes conditions des unités de moins de 900 à 1100 poncelets, ni des unités de puissance intermédiaire entre 2000 à 4500 poncelets.

Avec la fréquence de 50 p:s, les choses se présentent mieux, les vitesses angulaires de 3000 et 1000 t:m devenant possibles et permettant de réaliser dans de bonnes conditions une série de puissances beaucoup plus continues, à partir de 400 poncelets.

D'autre part, un type de turbines une fois créé ne pourra nullement se prêter à toutes les fréquences : par exemple un type de turbines à 3000 ou 1000 t:m ne pourra guère être employé qu'avec des alternateurs à 50 p:s ou de fréquences supérieures.

Un type de turbines à 1500 t:m ne pourra guère se prêter qu'aux fréquences de 25 et 50 p:s; à 750 t:m qu'aux fréquences, 25, 28 et 50 et ainsi de suite.

Toutefois, cet inconvénient ne nous paraît pas devoir gêner beaucoup le développement futur des turbines à vapeur, et nous pensons qu'il aura plutôt comme conséquence une unification encore plus étroite que par le passé des fréquences adoptées, fréquences qui, en Europe du moins, se limiteront presque exclusivement aux fréquences de 25 et 50 p:s.

A côté de ces petits inconvénients dont il n'y a pas, d'ailleurs, lieu d'exagérer l'importance, les turbines à vapeur présentent de nombreux et décisifs avantages pour la constitution des grandes stations centrales.

Nous résumerons rapidement ces avantages, dont la plupart sont déjà bien connus et ne sont plus guère discutés.

1° *Possibilité de constituer des unités de très grande puissance.*

Avec les turbines à vapeur on a pu arriver facilement à constituer des unités de 7500 et même de 11 000 poncelets, qui eussent été à peu près irréalisables au moyen de machines à pistons.

Ces puissantes unités sont de plus en plus désirables dans les grandes stations centrales modernes, dont la puissance totale augmente constamment, et a fréquemment dépassé 75 000 poncelets.

2° *Grande élasticité de puissance.*

Les groupes turbo-générateurs se prêtent facilement aux fortes surcharges momentanées. Cette facilité est particulièrement grande pour les turbines à admission partielle, du genre des turbines Curtis, et elle n'est généralement limitée que par la capacité propre de surcharge du générateur électrique.

Par suite de la suppression de tous efforts dus à des mouvements alternatifs, et du fait que la fatigue principale provient de la force centrifuge et que les aubages ne sont soumis, sous l'action de la vapeur, qu'à des efforts insignifiants, ces surcharges peuvent être soutenues d'une manière prolongée sans aucun inconvénient en ce qui concerne la turbine ellemême, et cette durée n'est guère limitée que par l'échauffement de la dynamo.

Il faut enfin ajouter que ces surcharges peuvent être généralement développées dans de bonnes conditions économiques, surtout quand les appareils de condensation sont établis d'une manière suffisamment large.

3° *Faibles dépenses d'exploitation.*

Avec un bon vide, la consommation de vapeur des turbines peut maintenant se comparer à celle des meilleures machines à pistons à double et triple expansion de puissance comparable.

On arrive couramment, avec un vide de 92 à 95 pour 100 et une surchauffe de 75 à 100°C, à une consommation à pleine charge inférieure à :



7,75 kg de vapeur par kw-h, pour les groupes tournant à 1500 t:m.

7,25 kg de vapeur par kw-h, pour ceux tournant à 1000 t:m.

6,75 de vapeur par kw-h, pour ceux tournant à 750 t:m.

Dans les bons types de turbines, ces consommations varient peu avec la charge et restent les mêmes à 5 pour 100 près depuis la demi-charge jusqu'à 50 pour 100 de surcharge.

La zone de fonctionnement économique est ainsi très étendue, et cette circonstance, jointe à la grande élasticité de puissance des turbines, fait que l'on peut sans inconvénients constituer les usines génératrices avec un nombre d'unités sensiblement moins grand, même quand elles ont à développer des puissances très variables, comme c'est le cas des stations alimentant les réseaux de force motrice et de lumière.

Il ne faut, en outre, pas perdre de vue que par suite de l'absence de toute usure, les consommations de vapeur des turbines ne se modifient pas avec le temps et ne dépendent pour ainsi dire pas de la surveillance ou de l'habileté du personnel de conduite. Comme l'expérience l'a d'ailleurs surabondamment démontré, les chiffres trouvés aux essais se retrouvent en service courant, ce qui est loin d'être le cas avec la plupart des types de machines à vapeur.

D'autre part, la consommation de graissage est excessivement faible et ne dépasse guère 2 à 3 pour 100 des dépenses de combustible, alors qu'avec les machines à piston, surtout à vapeur surchauffée, elle atteint et dépasse fréquemment 10 à 12 pour 100.

La conduite des turbines à vapeur est des plus faciles et ne nécessite pour ainsi dire pas d'autre surveillance que celle des appareils auxiliaires, et en particulier des appareils de condensation. Le personnel affecté à cette conduite peut donc être très restreint.

L'économie qui en résulte est encore accrue par le fait que la puissance des unités pouvant être beaucoup augmentée, leur nombre peut être diminué en proportion.

Enfin, les dépenses d'entretien sont des plus minimes, l'usure étant pour ainsi dire négligeable grâce à la suppressions de tous efforts et de tous frottements.

L'expérience a montré que, malgré les vitesses élevées de la vapeur, il ne se produisait aucune usure appréciable ni des organes distributeurs ni des roues motrices; l'entretien se réduit donc pratiquement à celui des coussinets et des diverses garnitures.

Il y a lieu d'ajouter que la suppression de tous frottements rendant inutile tout graissage intérieur, la vapeur condensée est tout à fait pure et peut être employée sans inconvénients, après sa condensation dans des condenseurs à surface, à l'alimentation des chaudières.

Celles-ci restent dès lors toujours propres intérieurement et il en résulte pour elles non seulement une augmentation de rendement, mais aussi une sensible diminution d'entretien et d'indisponibilité pour nettoyages.

En tenant compte de ces divers éléments, on peut estimer en moyenne à 20 ou 25 pour 100 l'économie que l'emploi judicieux des turbines à vapeur peut permettre de réaliser sur les frais de production de l'énergie électrique; cette économie tend à s'accentuer au fur et à mesure qu'augmente l'importance des unités et à diminuer au contraire avec celle-ci. Elle disparaît en grande partie pour les puissances inférieures à 400 poncelets.

4° Faibles dépenses de premier établissement.

Le coût des groupes turbo-générateurs est sensiblement inférieur à celui des autres machines thermiques. A l'heure actuelle, il oscille, pour les diverses puissances, entre 130 et 180 fr le kw, ce qui présente un écart d'au moins 20 à 25 pour 100 par rapport aux machines à vapeur à piston perfectionnées à quatre distributeurs, type compound, ou à triple expansion de puissance égale et de consommation comparable. Cet écart ne fera vraisemblablement qu'augmenter dans l'avenir, au fur et à mesure que l'extension des débouchés permettra de réduire les prix de revient des turbines et d'amortir les frais d'étude et d'outillage nécessités par ces machines encore relativement nouvelles.

D'ailleurs, l'économie réalisée grâce à l'emploi des turbines est bien loin de se borner au coût des machines elles-mêmes.

Grâce à leur encombrement très réduit l'importance et le prix des bâtiments par unité de puissance sont très considérablement diminués, principalement avec les turbines à axe vertical. La superficie des salles des machines peut aisément être réduite au tiers et même au quart de ce qui serait nécessaire avec des machines à piston, et les dépenses de fondation au dixième. Par suite de la réduction des encombrements, les tuyauteries de vapeur, les connexions électriques, les aménagements intérieurs des bâtiments, et enfin les terrains et emplacements nécessaires subissent des réductions correspondantes.

En tenant compte dans un devis exact de tous ces divers éléments, on reconnaîtra dans la plupart des cas que l'économie réalisée sur les frais de premier établissement, grâce à l'emploi de turbines à vapeur, sera rarement inférieur à 20 pour 100 et pourra même atteindre 30 pour 100 pour les usines très importantes.

Ces avantages, auxquels viennent s'ajouter beaucoup d'autres de moindre importance, justifient amplement la vogue générale dont jouissent les turbines à vapeur et expliquent le développement rapide qu'elles ont pris en si peu de temps.

Comparaison entre les différents types de turbines.

Cette comparaison est à l'heure actuelle encore quelque peu téméraire, les différents types de turbines étant encore dans la période d'évolution et de perfectionnement, et les bases d'appréciation comparative n'étant pas encore suffisamment abondantes.

Toutefois, un fait paraît déjà à peu près acquis : c'est que les différents systèmes de turbines se valent ou à peu près au point de vue de la consommation de vapeur et que les écarts constatés dans un même type suivant le tracé plus ou moins judicieux des aubages, l'exécution plus ou moins parfaite et suivant les conditions plus ou moins favorables de pression de vapeur, de surchauffe et de vide, sont beaucoup plus sensibles que ceux trouvés en passant d'un type à un autre également bien établi. La comparaison attentive des résultats qui ont été publiés sur les essais de turbines Parsons, Zoelly et Curtis est tout à fait probante à cet égard.

La préférence doit donc être dictée non pas par la question de consommation de vapeur mais plutôt par des considérations basées sur la simplicité et la solidité de la construction, sur la sécurité du fonctionnement et la facilité de l'entretien.

A ce point de vue, les turbines à action (du genre des Curtis et des Zoelly) paraissent présenter des avantages sérieux grâce à la suppression des poussées axiales et des pistons compensateurs qui en sont la conséquence, grâce à leur moins grand nombre de roues motrices et à leur constitution plus robuste, grâce enfin aux jeux plus grands dans le sens radial entre les parties fixes et les parties mobiles, jeux suffisants pour écarter tous inconvénients dus aux différences de dilatation et pour en permettre la mise en marche et l'arrêt sans aucune précaution et sans réchauffage prolongé.

Parmi les turbines à action, les turbines Curtis se distinguent par leur disposition verticale. Cette disposition a été trouvée d'abord très originale et a fait l'objet de très vives critiques. Cependant elle était employée depuis longtemps avec plein succès pour les turbines hydrauliques à basse chute et elle tend même à s'employer à l'heure actuelle pour les turbines hydrauliques à haute chute, de très grande puissance, tournant à haute vitesse. Cette disposition supprime toute difficulté d'alignement et de graissage des paliers, et l'expérience a montré (comme on pouvait d'ailleurs facilement s'y attendre) que le bon fonctionnement du pivot était très facile

à réaliser aussi bien avec le graissage à l'eau sous pression qu'avec le graissage à huile, et était pour le moins aussi sûr que celui des paliers des turbines horizontales.

Cette disposition semble particulièrement avantageuse pour les grandes puissances; elle se combine heureusement avec l'établissement de condenseurs à surface ou à mélange établis dans la base même de la machine, dans les meilleures conditions pour l'écoulement direct et sans perte de charge de la vapeur à condenser, et elle permet de réduire à la dernière limite l'encombrement occupé.

Avant de quitter ce sujet il est bon de remarquer que la disposition verticale n'est guère réalisable qu'avec les principes sur lesquels sont basées les turbines Curtis : très petit nombre de roues de grande vitesse périphérique et, par suite, de grand diamètre, conduisant à une grande largeur diamétrale et à une faible dimension longitudinale, et permettant de donner aux machines une assise et une stabilité qu'il serait très difficile de réaliser avec les proportions admises pour les turbines genre Parsons ou Zoelly.

Meilleures conditions à réaliser pour l'établissement des turbines à vapeur. — Les turbines à vapeur ne réalisent tous leurs avantages économiques qu'en marchant à condensation avec un très bon vide.

Alors qu'un vide de 85 pour 100 suffit très bien aux machines à pistons, il ne faut pas réaliser moins de 90 pour 100 avec les turbines, et il est même préférable d'atteindre 93 à 94 pour 100. D'une manière générale, on aura presque toujours intérêt à réaliser un vide aussi élevé que le permettront la température et la quantité d'eau de condensation dont on disposera.

Ce fait se comprend d'ailleurs aisément, puisqu'à l'inverse des machines à piston, les turbines utilisent la détente *totale* de la vapeur jusqu'à la pression du condenseur (¹); en outre, la plus grande raréfaction de la vapeur doit conduire à une certaine diminution du frottement des roues motrices dans le fluide ambiant, principalement aux derniers stages.

En chiffres ronds, on a constaté une réduction dans la consommation de vapeur d'environ 1 pour 100 par centième d'atmosphère de diminution de la pression d'échappement, et une augmentation encore plus marquée pour la puissance développée, dans les mêmes conditions d'admission.

D'autre part, l'utilisation pour l'alimentation des chaudières de l'eau distillée et absolument pure, provenant de la condensation des turbines, est une très précieuse faculté.

On a été ainsi conduit dans la plupart des cas et sauf de rares exceptions à l'emploi de condenseurs à surface du type à contre-courants desservis au moyen de pompes à air sec ou de pompes à air humide (généralement du type Edwards).

La surface réfrigérante des condenseurs est généralement prise de 0,25 à 0,35 m² par kw de puissance, et quant au débit le plus favorable pour l'eau de circulation, il dépend des conditions dans lesquelles elle est obtenue, c'est-à-dire suivant qu'elle doit être puisée à plus ou moins grande profondeur, et suivant qu'elle est empruntée à une source d'eau courante ou à un réfrigérant.

Toutefois, ce débit ne tombe guère au-dessous de 350 litres par kw-h et il est souvent poussé jusqu'à 600 litres par kw-h.

Nous devons ajouter que depuis l'apparition des turbines à vapeur, de grands progrès ont été apportés à l'établissement des appareils de condensation, et il est probable qu'ils s'accentueront encore dans l'avenir.

Les hautes pressions d'admission et une surchauffe notable sont favorables au fonctionnement des turbines à vapeur, comme ils le sont pour celui des machines à vapeur (quoique, peut-être, à un degré un peu moins marqué).

Les essais faits sur les différents types de turbines ont permis de constater une économie à peu près uniforme de 1,5 à 2 pour 100 par 10°C de surchauffe.

En tenant compte de tous les éléments en présence, une surchauffe à l'admission de la turbine de 75 à 100°C paraît constituer les conditions de fonctionnement les plus avantageuses.

Cette surchauffe n'offre d'ailleurs aucun inconvénient par suite de la suppression de tout graissage intérieur et, pour les turbines à action du moins, elle ne donne pas lieu à difficultés du fait de la dilatation.

(*A suivre.*)

(¹) Avec les machines à vapeur on sait qu'il est pratiquement impossible d'utiliser cette détente totale jusqu'à un vide de 93 à 94 pour 100, car on arriverait à des dimensions de cylindres inacceptables d'où résulteraient un prix très élevé et des pertes par frottement exagérées.

Dans les turbines, au contraire, le volume de vapeur admis n'intervient que pour les sections d'orifice et on peut pousser la détente et le vide aussi loin que possible en utilisant d'une manière efficace l'énergie correspondant à cette détente.

DOCUMENTS OFFICIELS

LOI du 13 juillet 1906 établissant le repos hebdomadaire en faveur des employés et ouvriers.

Article premier. — Il est interdit d'occuper plus de six jours par semaine un même employé ou ouvrier dans un établissement industriel ou commercial ou dans ses dépendances, de quelque nature qu'il soit, public ou privé, laïque ou religieux, même s'il a un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance.

Le repos hebdomadaire devra avoir une durée minima de vingt-quatre heures consécutives.

Art. 2. — Le repos hebdomadaire doit être donné le dimanche.

Toutefois, lorsqu'il est établi que le repos simultané, le dimanche, de tout le personnel d'un établissement serait préjudiciable au public ou compromettrait le fonctionnement normal de cet établissement, le repos peut être donné, soit constamment, soit à certaines époques de l'année seulement, ou bien :

a. Un autre jour que le dimanche à tout le personnel de l'établissement;

b. Du dimanche midi au lundi midi;

c. Le dimanche après-midi avec un repos compensateur d'une journée par roulement et par quinzaine;

d. Par roulement à tout ou partie du personnel.

Des autorisations nécessaires devront être demandées et obtenues, conformément aux prescriptions des articles 8 et 9 de la présente loi.

Art. 3. — Sont admis de droit à donner le repos hebdomadaire par roulement, les établissements appartenant aux catégories suivantes : 1° fabrication de produits alimentaires destinés à la consommation immédiate; 2° hôtels, restaurants et débits de boissons; 3° débits de tabac et magasins de fleurs naturelles; 4° hôpitaux, hospices, asiles, maisons de retraite et d'aliénés, dispensaires, maisons de santé, pharmacies, drogueries, magasins d'appareils médicaux et chirurgicaux; 5° établissements de bains; 6° entreprises de journaux, d'informations et de spectacles, musées et expositions; 7° entreprises de location de livres, de chaises, de moyens de locomotion; 8° entreprises d'éclairage et de distribution d'eau ou de force motrice; 9° entreprises de transport par terre autres que les chemins de fer, travaux de chargement et de déchar-

gements dans les ports, débarcadères et stations; 10° industries où sont mises en œuvre des matières susceptibles d'altération très rapide; 11° industries dans lesquelles toute interruption de travail entraînerait la perte ou la dépréciation du produit en cours de fabrication.

Un règlement d'administration publique énumérera la nomenclature des industries comprises dans les catégories figurant sous les numéros 10 et 11, ainsi que les autres catégories d'établissements qui pourront bénéficier du droit de donner le repos hebdomadaire par roulement.

Un autre règlement d'administration publique déterminera également des dérogations particulières au repos des spécialistes occupés dans les usines à feu continu, telles que hauts fourneaux.

Art. 4. — En cas de travaux urgents, dont l'exécution immédiate est nécessaire pour organiser des mesures de sauvetage, pour prévenir des accidents imminents ou réparer des accidents survenus au matériel, aux installations ou aux bâtiments de l'établissement, le repos hebdomadaire pourra être suspendu pour le personnel nécessaire à l'exécution des travaux urgents. Cette faculté de suspension, s'applique non seulement aux ouvriers de l'entreprise où les travaux urgents sont nécessaires, mais aussi à ceux d'une autre entreprise faisant les réparations pour le compte de la première. Dans cette seconde entreprise, chaque ouvrier devra jouir d'un repos compensateur d'une durée égale au repos supprimé.

Art. 5. — Dans tout établissement qui aura le repos hebdomadaire au même jour pour tout le personnel, le repos hebdomadaire pourra être réduit à une demi-journée pour les personnes employées à la conduite des générateurs et des machines motrices, au graissage et à la visite des transmissions, au nettoyage des locaux industriels, magasins ou bureaux, ainsi que pour les gardiens et concierges.

Dans les établissements de vente de denrées alimentaires au détail, le repos pourra être donné le dimanche après-midi, avec un repos compensateur, par roulement et par semaine, d'une autre après-midi pour les employés âgés de moins de vingt et un ans et logés chez leurs patrons, et, par roulement et par quinzaine, d'une journée entière pour les autres employés.

Dans les établissements occupant moins de 5 ouvriers ou employés et admis à donner le repos par roulement, le repos d'une journée par semaine pourra être remplacé par deux repos d'une demi-journée, représentant ensemble la durée d'une journée complète de travail.

Dans tout établissement où s'exerce un commerce de détail et dans lequel le repos hebdomadaire aura lieu le dimanche, ce repos pourra être supprimé lorsqu'il coïncidera avec un jour de fête locale ou de quartier désigné par un arrêté municipal.

Art. 6. — Dans toutes les catégories d'entreprises où les intempéries déterminent des chômages, les repos forcés viendront, au cours de chaque mois, en déduction des jours de repos hebdomadaire.

Les industries de plein air, celles qui ne travaillent qu'à certaines époques de l'année, pourront suspendre le repos hebdomadaire quinze fois par an.

Celles qui emploient des matières périssables, celles qui ont à répondre, à certains moments, à un surcroît extraordinaire de travail, et qui ont fixé le repos hebdomadaire au même jour pour tout le personnel, pourront également suspendre le repos hebdomadaire quinze fois par an. Mais pour ces deux dernières catégories d'industries, l'employé ou l'ouvrier devra jouir au moins de deux jours de repos par mois.

Art. 7. — Dans les établissements soumis au contrôle de l'État, ansi que dans ceux où sont exécutés les travaux pour le compte de l'État ou dans l'intérêt de la défense nationale, les ministres intéressés pourront suspendre le repos hebdomadaire quinze fois par an.

Art. 8. — Lorsqu'un établissement quelconque voudra bénéficier de l'une des exceptions prévues au paragraphe 2 de l'article 2, il sera tenu d'adresser une demande au préfet du département.

Celui-ci devra demander d'urgence les avis du Conseil municipal, de la Chambre de commerce de la région et des syndicats patronaux et ouvriers intéressés de la commune. Ces avis devront être donnés dans le délai d'un mois.

Le préfet statuera ensuite par un arrêté motivé qu'il notifiera dans la huitaine.

L'autorisation accordée à un établissement devra être étendue aux établissements de la même ville faisant le même genre d'affaires et s'adressant à la même clientèle.

Art. 9. — L'arrêté préfectoral pourra être déféré au Conseil d'État, dans la quinzaine de sa notification aux intéressés.

Le Conseil d'État statuera dans le mois qui suivra la date du recours, qui sera suspensif.

Art. 10. — Des règlements d'administration publique organiseront le contrôle des jours de repos pour tous les établissements, que le repos hebdomadaire soit collectif ou qu'il soit organisé par roulement.

Ils détermineront également les conditions du préavis qui devra être adressé à l'inspecteur du travail par le chef de tout établissement qui bénéficiera des dérogations.

Art. 11. — Les inspecteurs et inspectrices du travail sont chargés, concurremment avec tous officiers de police judiciaire, de constater les infractions à la présente loi.

Dans les établissements soumis au contrôle du Ministre des travaux publics, l'exécution de la loi est assurée par les fonctionnaires chargés de ce contrôle, placés à cet effet sous l'autorité du Ministre du commerce et de l'industrie. Les délégués mineurs signalent les infractions sur leur rapport.

Art. 12. — Les contraventions sont constatées par des procès-verbaux qui font loi jusqu'à preuve contraire.

Ces procès-verbaux sont dressés en double exemplaire, dont l'un est envoyé au préfet du département et l'autre déposé au parquet.

Art. 13. — Les chefs d'entreprises, directeurs ou gérants qui auront contrevenus aux prescriptions de la présente loi et des règlements d'administration publique relatifs à son exécution, seront poursuivis devant le tribunal de simple police et passibles d'une amende de cinq à quinze francs (5 à 15 fr).

L'amende sera appliquée autant de fois qu'il y aura de personnes occupées dans des conditions contraires à la présente loi, sans toutefois que le maximum puisse dépasser cinq cents francs (500 fr).

Art. 14. — Les chefs d'entreprises seront civilement responsables des condamnations prononcées contre leurs directeurs ou gérants.

Art. 15. — En cas de récidive, le contrevenant sera poursuivi devant le tribunal correctionnel et puni d'une amende de seize à cent francs (16 à 100 fr).

Il y a récidive lorsque dans les douze mois antérieurs au fait poursuivi le contrevenant a déjà subi une condamnation pour une contravention identique.

En cas de pluralité de contraventions entraînant ces peines de la récidive, l'amende sera appliquée autant de fois qu'il aura été relevé de nouvelles contraventions, sans toutefois que le maximum puisse dépasser trois mille francs (3000 fr).

Art. 16. — Est puni d'une amende de cent à cinq cents francs (100 à 500 fr) quiconque aura mis obstacle à l'accomplissement du service d'un inspecteur.

En cas de récidive dans les délais spécifiés à l'article pré-

cédent, l'amende sera portée de cinq cents à mille francs (500 à 1000 fr).

L'article 463 du Code pénal est applicable aux condamnations prononcées en vertu de cet article et des articles 13, 14 et 15.

Art. 17. — Les dispositions de la présente loi ne sont pas applicables aux employés et ouvriers des entreprises de transport par eau, non plus qu'à ceux des chemins de fer, dont les repos sont réglés par des dispositions spéciales.

Art. 18. — Sont abrogées les dispositions des articles 5 et 7 de la loi du 2 novembre 1892 en ce qui touche le repos hebdomadaire.

Les dérogations prévues à l'article 4 et au premier paragraphe de l'article 5 de la présente loi ne sont pas applicables aux enfants de moins de dix-huit ans et aux filles mineures.

Les dérogations prévues au paragraphe 3 de l'article 5 ne sont pas applicables aux personnes protégées par la loi du 2 novembre 1892.

Un règlement d'administration publique établira la nomenclature des industries particulières qui devront être comprises dans les catégories générales énoncées à l'article 6 de la présente loi en ce qui concerne les femmes et les enfants.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

BIBLIOGRAPHIE

Wissenwertes aus dem Dynamobau für Installateure (Ce que les installateurs doivent savoir de la construction des dynamos), par Schulz. — *Max Jänecke*, éditeur, Hanovre, 1906. — Format : 18 × 11 cm; 160 pages. — Prix : 3,25 fr.

L'appétit vient décidément en mangeant. La collection précédente à peine, et même non complètement encore, terminée, l'éditeur en publie une autre, d'ordre plus modeste au point de vue technique, mais d'ampleur beaucoup plus grande comme variété scientifique, et, partant, comme écoulement, en raison même de ces deux caractères de diversité et d'accessibilité. *Bibliothek der gesamten Technick* (Bibliothèque de technique générale), tel est son titre. — Le but que s'est ici proposé l'auteur est d'établir, dans la mesure la plus simple mais la plus profitable possible, un lien de collaboration tacite entre le constructeur et l'installateur, de manière à permettre au second de comprendre et suivre les intentions et instructions du premier, et à celui-ci de profiter des remarques et observations pratiques suggérées par celui-là. Ce petit volume, d'où est bannie toute expression mathématique, comporte, comme toujours, les deux parties classiques, machines à courant continu et alternateurs. Il se distingue de ses similaires par une absence aussi complète que regrettable de table pouvant y faciliter les recherches. Il ne traite d'ailleurs que des éléments électriques et magnétiques des machines, à l'exclusion de toute considération mécanique, réservée sans doute pour un autre volume ou rentrant, dans l'esprit de l'auteur et de l'éditeur, dans une des autres branches de cette large publication. E. Boistel.

L'Électro-aimant à courants alternatifs, par E. Gossart. — *Feret et fils*, éditeurs, Bordeaux, 1906. — Format : 25×20; 428 pages.

Quand on s'appelle Gossart, je ne comprends pas que l'on ne trouve pas, et dans une ville comme Bordeaux, un éditeur pour faire les frais d'impression d'une œuvre de la valeur de celle-ci. L'exemplaire que nous en avons sous les yeux est, en effet, une simple autographie qui, si soignée qu'elle soit, enlève à son contenu la moitié de son attrait, par suite de la difficulté que présente sa lecture et de l'absence de netteté de ses divisions, aussi bien que de ses notations. Si c'est une surprise que ses élèves aient voulu faire à l'excellent professeur d'Électricité industrielle à la Faculté des sciences de l'Université de Bordeaux, bien connu de nos lecteurs; si c'est une amorce à une meilleure édition, nous l'admettons et la pardonnons, mais en attendant mieux. Ce mieux, l'œuvre le mérite d'autant plus que, conçue dans un esprit essentiellement élémentaire et pratique, elle n'en a que plus de valeur en une matière difficile à exposer ainsi, et s'adresse à une très nombreuse et intéressante classe de laborieux, sans parler des gens du monde et des curieux.

Pourquoi d'ailleurs ce titre, très vaste, en somme, dans sa concision, mais, en apparence, très restreint, alors que le livre contient, en douze leçons, une étude générale des courants alternatifs? Je n'y vois d'autre cause qu'une absence de prétention trop savante et le souci de ne pas effrayer d'avance la catégorie de lecteurs à laquelle elle s'adresse.

Que si nous n'avons là qu'un ballon d'essai, nous nous en féliciterons encore en ce qu'il permet, avant la lettre, quelques observations dont l'auteur nous saura gré, nous n'en doutons pas, et dont il fera son profit dans une édition moins... intime que celle-ci. Que dans un cours, en effet, pour se faire bien comprendre de jeunes élèves, amateurs, surtout par le temps qui court, d'une certaine jovialité, et pour enlever un peu d'aridité à son sujet, le maître se permette plaisamment des comparaisons familières telles que celle-ci : « La Self est une gueuse contrariante, dont il faut faire la conquête », on le conçoit et on le passe; mais ce n'est pas une raison pour rendre cette fille publique en l'étalant au grand jour, et, si peu pudibond que je sois, j'espère, pour l'honneur de tous et de la Science en particulier, voir disparaître de l'œuvre définitive cette expression de raccroc. L'ensemble du travail n'a pas besoin de cette réclame de mauvais aloi et mérite d'autant moins d'être ainsi déparé que cette Self, si contrariante qu'elle puisse être dans certains cas, a parfois du bon, dont on est heureux de se servir.

E. Boistel.



BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, *17, boulevard de la Madeleine, Paris.*

365 179. — **Thiellet et Denard.** — *Perfectionnements aux accumulateurs* (12 avril 1906).

365 192. — **Société Ateliers Thomson-Houston.** — *Régulation de génératrices reliées à un arbre à vitesse variable* (13 avril 1906).

364 919. — **Fauvin. Amiot et Cheneaux.** — *Fabrication en verre de tableaux de distribution et supports* (5 avril 1906).

365 016. — **Imeson.** — *Doigt de contact pour contrôleurs* (7 avril 1906).

365 067. — **Société d'électricité Nilmelior.** — *Appareil de mesure des courants d'électricité* (10 avril 1906).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie du chemin de fer Métropolitain de Paris. — L'Assemblée des actionnaires de cette Compagnie s'est tenue le 12 mai dernier, pour statuer sur les comptes de l'exercice 1905. .

Ceux-ci font d'abord ressortir du chef de l'exploitation les chiffres suivants :

30 083 946 billets d'aller et retour à 0,20 fr	6 016 789,20 fr.
17 634 577 billets de 1re classe à 0,25 fr	4 408 644,25
100 960 922 billets de 2e classe à 0,15 fr	15 144 138,30
21 375 billets collectifs à 0,05 fr	1 068,80
Suppléments	135 308,00
148 700 821 billets délivrés pour	25 705 940,55 fr.
Auxquels il y a lieu d'ajouter les produits divers	488 187,79
Recette totale	26 194 136,34 fr.

D'autre part les dépenses se sont élevées à :

Pour l'administration centrale	191 999,10 fr.
— le service général de l'exploitation	2 074 828,76
— le mouvement	2 833 242,12
— le matériel et la traction	5 284 845,15
— la voie, les accès et le matériel fixe électrique	966 569,05
Dépenses totales	11 353 482,19 fr.

Le rapport des dépenses aux recettes, ou coefficient d'exploitation a été de 43,34 pour 100 contre 42,49 pour 100, en 1904, 42,9 pour 100 en 1903, 41,52 pour 100 en 1902 et 47,15 en 1901.

Depuis 1902 le coefficient d'exploitation n'a donc fait qu'augmenter.

L'excédent des recettes sur les dépenses se trouve être de 14 840 654,15 fr, desquels il y a lieu de retrancher la redevance à la Ville de Paris, soit 8 396 906,45, laissant ainsi comme bénéfices la somme de 6 443 747,70 fr.

En ajoutant les intérêts sur disponibilités et reports s'élevant à 91 933,33 fr, le total des bénéfices se trouve être porté à 6 520 681,03 fr qui avec le report de 273 490,40 fr provenant de l'exercice précédent, forme un total disponible de 6 794 171,43 fr que l'Assemblée sur la proposition du Conseil a décidé de repartir comme suit :

Réserve légale 5 pour 100 sur 6 520 681,03	326 034,05 fr.
7,50 fr à 300 000 actions	2 250 000,00
8 pour 100 au Conseil et à la Direction sur 3 944 646,88	315 571,75
11,50 fr à 300 000 actions	3 450 000,00
A reporter à nouveau	452 565,63
	6 794 171,43 fr.

Dans le cours de l'exercice 1905, le service technique municipal du Métropolitain a terminé les travaux d'infrastructure de la partie Sud de la ligne n° 2, circulaire des anciens boulevards extérieurs. La Compagnie du Métropolitain a été mise en possession successivement de la partie située sur la rive gauche, entre le quai de Grenelle et la gare d'Orléans, puis du viaduc de Passy sur la Seine, enfin de la traversée de la gare d'Orléans, du viaduc d'Austerlitz, sur la Seine, et des travées aboutissant à la ligne n° 5 près de la place Mazas. Cette dernière remise, opérée le 28 décembre 1905, marque l'achèvement, par la Ville de Paris, de l'infrastructure du premier réseau Métropolitain, qu'elle avait l'obligation de livrer à la Compagnie le 30 mars 1906 au plus tard.

La première partie du deuxième réseau comprend la ligne de la gare de l'Est au pont d'Austerlitz et la section de la Porte Clignancourt à la gare de l'Est. Les travaux en cours d'exécution sont déjà très avancés.

La deuxième fraction du même réseau est la section de la gare de l'Est, à la Porte d'Orléans, les lots de travaux sont presque tous terminés, sauf le lot de la traversée de la Seine, allant du Châtelet au boulevard Saint-Germain qui n'a été commencé qu'en 1905 et qui ne sera guère terminé avant un an ou peut-être deux.

Quelques autres lots dont les tracés ont été modifiés sont en cours d'exécution et ne tarderont pas à être terminés.

La dernière fraction du deuxième réseau, ligne n° 6, du Cours de Vincennes à la Place d'Italie, dont les travaux ont été commencés en 1904 sont sur le point d'être terminés par l'achèvement du Pont de Bercy.

Le troisième réseau comprend deux fractions : la ligne n° 7 du Palais Royal à la Place du Danube et la ligne n° 8 d'Auteuil à l'Opéra par Grenelle. Les travaux sont commencés depuis fin d'avril 1905; mais la question du tracé des terminus de la ligne n° 7 reste toujours en suspens.

D'autre part de nombreux prolongements et embranchements de lignes sont en projet attendant la sanction des pouvoirs publics.

La Compagnie de son côté a entièrement ouvert à l'exploitation la ligne n° 3 de Villiers à la place Gambetta et cela le 25 janvier 1905. Immédiatement après on s'est occupé d'équiper la partie Sud de la ligne n° 2 comprise entre la station de Passy et le Pont d'Austerlitz. La première partie des ouvrages d'infrastructure de la ligne n° 2 a été livrée à la Compagnie par la Ville de Paris le 11 mai 1905; le viaduc de Passy a été remis le 28 juillet et le dernier tronçon vers Austerlitz le 28 décembre. Les travaux d'équipement des voies commencés immédiatement après la première livraison, interrompus en novembre et décembre par la grève des terrassiers et retardés par quelques remaniements d'infrastructure que nécessitait le raccordement de la ligne avec les ateliers ont pu être terminés au mois d'avril 1906.

La ligne a été livrée à l'exploitation entre la station de Passy et la place d'Italie le 24 avril 1906.

Sur cette ligne, comme sur la ligne n° 3, un des deux circuits d'éclairage est spécialement protégé contre les accidents et alimente la moitié des lampes du tunnel, des couloirs et escaliers d'accès, ainsi que les inscriptions lumineuses signalant les sorties.

En ce qui concerne la distribution de l'énergie, on a posé en 1905 les canalisations nécessaires, d'une part, pour amener le courant triphasé produit par l'usine de Saint-Denis aux sous-stations : Étoile, Barbès, Opéra et Lamotte-Piquet ; d'autre

part, pour amener celui de l'usine de Bercy à la sous-station Denfert.

Les canalisations nécessaires pour la réalisation du traité passé avec la Société d'Electricité de Paris comprennent : deux câbles allant de l'usine de Saint-Denis à la sous-station Étoile; deux câbles allant de l'usine de Saint-Denis à la sous-station Opéra; deux câbles allant de l'usine de Saint-Denis à la sous-station Lamotte-Piquet. Chacun de ces câbles est à trois conducteurs, avec armature pouvant supporter la tension de 10000 volts sous laquelle l'énergie est produite. La pose sous la voie publique, commencée au mois d'octobre 1905 et entravée dans les derniers temps par la grève des terrassiers, a pu cependant être amenée de Saint-Denis à la place Clichy à fin décembre; la pose dans le tunnel métropolitain, à partir de la place Clichy, avait été faite d'août à octobre et l'alimentation des sous-stations Étoile et Barbès a été assurée à la date fixée par le traité. Les canalisations ont été poussées au mois de mars 1906 jusqu'à la sous-station de l'Opéra qui est alimentée indifféremment par l'usine de Bercy ou par l'usine de Saint-Denis. Enfin, la pose des canalisations jusqu'à la sous-station Lamotte-Piquet est pour ainsi dire terminée.

Les canalisations reliant l'usine de Bercy à la sous-station Denfert comprennent deux câbles à trois conducteurs pour une tension de 5000 volts. Ils n'occupent la voie publique que sur une petite distance, sous le quai de la Râpée, et suivent, sur la majeure partie de leur parcours, la ligne Métropolitaine n° 2. La pose en a été terminée au mois de mars 1906.

La sous-station Denfert, située rue Victor Considérant n° 10, comprend trois groupes de transformation, de 1000 kilowatts chacun, et une batterie d'accumuleurs. Elle a été construite pour recevoir deux nouveaux groupes de transformation qui deviendront nécessaires pour l'alimentation de la ligne n° 4.

La sous-station Lamotte-Piquet, située boulevard de Grenelle n° 135, est également disposée pour recevoir cinq groupes de transformation et une batterie d'accumulateurs. Deux groupes de transformation doivent y être installés cette année pour alimenter la traction de la ligne n° 2 comme auxiliaire; les autres groupes de transformation et la batterie ne deviendront nécessaires que lors de l'ouverture de la ligne n° 8.

A l'usine de Bercy on a commencé l'installation du huitième groupe électrogène, qui doit compléter le matériel que la construction actuelle est en état de recevoir et porter la puissance de l'usine à 14400 kilowatts.

De plus, à raison de l'augmentation du trafic sur les lignes n° 1 et n° 2 Nord, il a fallu installer dans l'atelier annexé à la galerie souterraine du Cours de Vincennes un matériel de transformation électrique, destiné à renforcer l'alimentation en courant continu de la région qui avoisine les stations de la Nation où se touchent ces deux lignes. Un groupe de 1000 kilowatts a été mis en marche en octobre 1905 et un autre groupe identique est commandé pour compléter cette sous-station auxiliaire dite de la Nation.

Comme matériel roulant la Compagnie disposait au 31 décembre 1905 de 683 voitures, se décomposant comme suit :

Automotrices à essieux parallèles	12
— à boggies	293
Remorques 2e classe à essieux parallèles	213
— à boggies	28
Remorques 1re classe à essieux parallèles	109
— à boggies	28

Soit en tout 305 motrices et 378 remorques.

Le matériel roulant en construction comprend :

Automotrices (voitures de remorque transformées)	56
Remorques de 1re classe	62
Remorques de 2e classe	31

Soit en tout 149 voitures, toutes à boggies.

Au 31 décembre 1905, la longueur du réseau exploitée était de 31,818 kilomètres.

Voici maintenant comment s'établit la situation financière de la Compagnie.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1905

Actif.

Actionnaires : A verser sur actions		37 625,00 fr.
Caisse		60 510,65
Banques		835 560,56
Cautionnements : Ville de Paris et divers		2 013 728,30
Avances diverses : impôts, loyers, assurances, etc.		311 425,56
Débiteurs divers		238 882,42
Frais de constitution de la Société		90 000,00
Approvisionnements		912 869,02
Premier établissement :		
Administration centrale	2 051 722,86	
Voies	14 076 852,05	
Stations et accès	9 834 705,02	
Usines et sous-stations :		
Terrains	2 471 867,75	
Constructions	9 660 160,54	
Matériel	10 352 518,17	
Divers	1 038 453,70	
Distribution de l'énergie	3 397 808,49	
		52 884 068,68
Domaine de la Compagnie :		
Bâtiment d'administration	1 462 503,68	
Ateliers de construction	9 024 625,84	
Matériel roulant	21 198 976,67	
Outillage, petit matériel et mobilier	1 368 250,39	
		33 054 356,58
Total		90 439 026,77 fr.

Passif.

Capital		75 000 000,00 fr.
Réserve légale		722 810,40
Réserve constituée par les Assemblées du 10 janvier 1901 et 12 décembre 1902		25 106,02
Fonds de prévoyance créé par l'Assemblée du 16 mai 1904		1 363 883,60
Réserve constituée par l'Assemblée du 16 mai 1904 pour parer aux indemnités de l'accident du 10 août 1903		485 288,15
Créditeurs divers		5 913 477,39
Intérêts et dividendes		121 287,78
Profits et pertes :		
Solde exercice 1904	273 490,40	
Intérêts divers 1905	91 933,33	
Bénéfice 1905	6 443 747 70	
		6 809 171,43
Total		90 439 026,77 fr.

Résolution votée par l'Assemblée. — L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, approuve dans toutes leurs parties le rapport et les comptes de l'exercice clos le 31 décembre 1905, tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'administration, et décide de répartir le solde créditeur du Compte de Profits et Pertes, s'élevant à 6794171,43 fr de la manière suivante :

5 pour 100 à la réserve légale sur 6520681,03 fr de bénéfice de l'exercice 1905, soit	326 034,05 fr.
Premier dividende de 3 pour 100 aux actions, soit 7,50 sur 300000 actions	2 250 000,00
8 pour 100 au Conseil d'administration et à la Direction sur l'excédent des bénéfices qui est de 3944646,98 fr	315 571,75
Deuxième dividende aux actions de 11,50 fr sur 300000 actions	3 450 000,00
Solde à reporter	452 565,63
Total	6 794 171,43 fr.

En conséquence, le dividende total est fixé à 19 fr sous déduction :

1° De l'impôt de 4 pour 100 sur le revenu pour toutes les actions.

2° De la taxe de transmission pour les actions au porteur.

Ce dividende sera mis en paiement à partir du 1er juillet, à raison de 18,24 fr par action nominative et de 17,07 par action au porteur.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

57 854. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15 Année. — N° 352. 25 Août 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Du danger d'arroser à la lance des canalisations à haute tension. — La Société électrotechnique allemande s'est occupée dans sa dernière Assemblée générale de cette question. M. Kuhlmann a indiqué que le danger est réel et cite le fait de l'impossibilité d'arroser, sans recevoir un choc intense, une canalisation même à la tension relativement faible de 3000 v. M. Görges indique que si l'on prend des précautions spéciales, il n'y a aucun danger; il cite des expériences qu'il a entreprises il y a une dizaine d'années à Grunberg dans la Silésie (courant triphasé à 10 000 v) où l'on pouvait se placer à moins de 1 m de la canalisation, de sorte que le jet d'eau était certainement bien continu.

M. Kuhlmann dit que la meilleure mesure de précaution, est de relier la partie métallique de la lance à une bonne terre, on peut en général utiliser les terres des paratonnerres, le fil reliant la lance à la terre doit avoir au moins 6 mm de diamètre. Si on ne dispose pas d'une bonne terre, on peut relier la lance à une large plaque métallique que l'on dispose sur le sol humide et sur laquelle on met les pieds. L'emploi de gants et de souliers en caoutchouc n'est pas à recommander, ils donnent une fausse sécurité, car ils peuvent facilement se fendiller.

Les voitures de place automobiles. — C'est à Stuttgart-Cannstadt qu'a été établi le premier service de voitures de place automobiles, c'étaient des voitures à essence du type Daimler. En 1898 parurent, à Paris, les premiers fiacres électriques. A Berlin, on essaye un peu plus tard deux voitures électriques munies de carrosserie Victoria. Ces voitures avaient leur arrière-train actionné d'après le système Schuckert et étaient munies d'accumulateurs Hagen, de Cologne. La voiture faisait un parcours moyen de 60 km et la batterie était chargée deux fois par jour.

Les frais moyens étaient les suivants :

Énergie électrique	4,25 fr par jour.
Entretien des accumulateurs.	3,00 —
Autres réparations.	1,25 —
Entretien des bandages.	4,38 —
Total	12,88 fr par jour.

Il faut ajouter le salaire du cocher, ainsi que les frais d'administration et d'amortissement. Avec les prix ordinaires de Berlin, ces dépenses étaient trop élevées.

La dépense journalière la plus élevée est celle relative à l'entretien des bandages. Les premiers bandages pleins pouvaient parcourir 6000 km environ, aujourd'hui les prix sont plus élevés, mais on peut parcourir 13 000 km et même les bandages des roues arrière des voitures Kriéger peuvent tenir pendant 25 000 km. Le prix d'entretien des bandages est actuellement de 4,38 à 5,62 centimes par voiture-km.

Deux Sociétés de voitures de place s'associèrent pour faire à Berlin des essais de longue durée. Le 1er novembre on mit en service deux victorias, le 6 novembre deux autres victorias et le 12 décembre deux laudaulets; l'essai eut lieu pendant 552 jours: par suite des réparations chaque voiture sortit en moyenne 517 jours.

La vitesse normale des victorias était de 15 km (ces voitures étant destinées à la ville de Cologne où les règlements de police ne permettent pas de dépasser cette vitesse); celle des landaulets de 24 km à l'heure. Les résultats de ces essais ont été très satisfaisants, la dépense moyenne sur 31 000 km a été :

	Centimes par voiture-km.
Entretien des accumulateurs (abonnement)	3,125
Énergie électrique (à 20 centimes le kw-h)	4,375
Bandages	4,500
Réparations	1,562
Salaire du cocher	11,250
Huile, etc.	0,125

Les dépenses indirectes ont été :

	Centimes par km.
Amortissements	3,875
Loyers	1,875
Taximètre	0,500
Frais de bureau de stationnement, etc.	6,500

De sorte que la dépense totale s'est élevée à 36,25 centimes par voiture-km. La distance moyenne journalière a été de 60 km, soit 50 km dans le cas de service de jour et 64 km dans le cas de service de nuit. Le plus grand parcours avec une seule charge de la batterie a été de 117 km,

Avec les tarifs ordinaires de Berlin le bénéfice est faible. La recette moyenne par course était de 2,125 fr. la course était en moyenne de 4 km auxquels il faut ajouter 1,7 km à vide pour le retour à une station.

Les fiacres automobiles sont donc pris pour des courses plus longues que les fiacres ordinaires qui font en moyenne des courses de 3 km. On a, à la suite de ces essais, porté à Berlin la taxe fixe qui est de 62,5 centimes pour les voitures à chevaux à 1 fr pour les automobiles, car cette taxe se répartit pour ces voitures sur un plus grand parcours journalier.

Fours à réchauffer électriques. — La Société des frères Körting, à Berlin, construit ces fours, qui ont le grand avantage d'un réchauffage bien uniforme. Le courant électrique provoque la fusion de mélanges de sels métalliques et les pièces à réchauffer sont immergées dans ce bain.

Un réglage de l'intensité du courant permet de faire varier la température du bain entre 750° et 1325° C.

Le four est constitué par un récipient rectangulaire résistant au feu, disposé dans une caisse en fer garnie de mortier réfractaire. Deux électrodes en fer forgé sont adaptées à deux parties intérieures des parois opposées et servent à répartir le courant alternatif simple dans le bain. Ces électrodes sont reliées au moyen de rails en fer forgé au secondaire d'un transformateur abaissant la tension à la faible valeur voulue. En intercalant plus ou moins de spires dans l'enroulement primaire du transformateur, on peut régler très simplement la température : le transformateur de réglage permet de faire varier la tension secondaire entre 5 et 25 v, nécessaire pour le réglage, et aussi d'atteindre une tension de 50 à 55 v, nécessaire pour la fusion du bain.

Comme à froid les sels métalliques sont mauvais conducteurs, on emploie pour provoquer leur fusion une électrode auxiliaire amovible à l'aide de laquelle, en partant de l'une des électrodes fixes, on fait fondre peu à peu une bande de sel, jusqu'à ce qu'elle atteigne l'autre électrode.

Cette bande en fusion fait fondre le restant du bain; on règle le transformateur pour que l'intensité du courant soit suffisante; puis ensuite on règle pour maintenir la température à la valeur voulue. Si la tension primaire est constante, l'ampèremètre donne une mesure très commode de la température du bain.

Pour la trempe de l'acier à outils ordinaire, une température de 850° C est suffisante; pour de l'acier travaillant à grande vitesse, on a besoin de températures variant de 1000 à 1150° C, et même, dans certains cas, d'une température atteignant 1300° C. Après fusion du bain, la température est mesurée au moyen d'un pyromètre; ordinairement une simple lecture à l'ampèremètre permet de se rendre compte, avec un peu d'habitude, de la température.

La puissance spécifique d'un four de grandeur moyenne est donné dans le tableau suivant, en fonction de la surface et de la température à atteindre.

750° C.	0,25	watt : cm².
800° C.	0,45	—
850° C.	0,6	—
1000° C.	1,1	—
1150° C.	2,2	—
1300° C.	3,0	—

En conséquence, un bain ayant une section de 200 × 200 mm et une profondeur de 200 mm. exige pour atteindre une température de 600° un courant d'environ 3,4 kw.

Les fours ont normalement les dimensions suivantes :

Numéros.	Section en mm.	Profondeur en mm.
I	120.120	120
II	150.150	170
III	200.200	270
IV	300.300	370

Ce genre de fours a l'avantage d'un réchauffage uniforme et l'impossibilité de brûler certaines parties des pièces à réchauffer; on n'a pas à craindre non plus l'oxydation des pièces. Les frais dus au remplacement des électrodes sont négligeables devant ceux nécessités par le remplacement des cornues dans le cas de réchauffage au gaz ou au charbon.

La durée de réchauffage d'une pièce est environ le cinquième de celle du réchauffage au gaz. Il faut environ une demi-heure pour amener le four complètement froid à l'état de fonctionnement. En outre, le four peut être installé en n'importe quel point d'un atelier, car il ne dégage pas de vapeur dangereuse, comme un bain de plomb ou un bain de cyanure.

Influence des gaz d'échappement des moteurs à gaz sur divers métaux. — La *Gasmotoren Technick* vient de donner les résultats d'expériences entreprises dans la section des gazogènes de la fabrique Julius Pintsch, de Berlin; on prenait des plaques métalliques de 200 × 200 mm sur une épaisseur de 2 à 4 mm constituées soit par du métal pur, soit par un alliage, et on les plaçait dans l'échappement d'un moteur à gaz, de manière à ce qu'elles soient de toutes parts en contact avec le courant gazeux. Le moteur était actionné au moyen de gaz provenant d'un gazogène ayant une capacité calorifique de 800 à 900 calories par m³; la température de l'échappement était de 370° C. L'essai pour chaque plaque a duré 5 mois (à l'exception des dimanches et fêtes) avec une marche journalière de 11 heures. Il ressort de ces essais que le bronze d'étain est le plus fortement attaqué, que le cuivre l'est aussi beaucoup. Le nickel et le maillechort résistent le

mieux; et ce dernier d'autant mieux, que la teneur en zinc est élevée. La tôle de nickel est moins attaquée que la fonte, et l'est d'autant moins que la teneur en nickel est plus élevée.

De telles températures avec un bon refroidissement n'interviennent pas, mais on en obtiendra bien sûrement des supérieures avec les turbines à gaz; donc avec celles-ci, le meilleur métal à employer est le nickel. D'après les essais, la perte de surface des diverses plaques était :

Tôle de laiton (60 Cu, 40 Zn)	2,9	g : dm².
Tôle de cuivre	20,8	—
Tôle de nickel	2,8	—
Acier au nickel (Fe avec 26 pour 100 de Ni)	4,6	—
Acier au nickel (Fe avec 6 pour 100 de Ni)	5,9	—
Fer coulé (fer Siemens-Martin doux)	6,9	—
Bronze coulé (88 Cu, 12 Sn)	116,7	—
Tôle de maillechort (72 Cu, 28 Zn)	3,4	—

Dans le choix du métal à employer dans les parties en contact avec les gaz d'échappement, en dehors de la fonte, il n'intervient que le nickel; les alliages de zinc et cuivre perdent de leur résistance mécanique au fur et à mesure que la température s'élève, en de beaucoup plus grandes proportions que les alliages de fer et de nickel. On doit éviter les alliages d'étain à cause de leur rapide détérioration.

On a également soumis à l'expérience des plaques de fonte nettoyées au jet de sable et rabotées, la croûte provenant de la fonderie protège bien contre les détériorations; la fonte travaillée n'est en somme pas fortement attaquée.

Nouvelles installations électriques au Japon. — On construit en ce moment une usine hydro-électrique ayant une puissance de 19500 kw et destinée à desservir la ville de Tokio. L'usine distante de 40 km de Tokio utilise une chute du Tamagaco. Actuellement on y installe 5 turbines Pelton à axe horizontal ayant chacune une puissance de 3000 kw et commandant directement des alternateurs de 6000 v à la fréquence 25. Les dynamos-turbines sont fournies par la maison Escher Wyss et les alternateurs par la maison Siemens et Halske. La tension de transport sera de 40000 v et plus tard on la portera à 60000 v.

Des capitalistes japonais ont sollicité du Ministère de l'agriculture la concession de deux chutes d'eau en Corée. L'une de ces chutes est située près du village de Ko-tök sur le fleuve Han au sud de Séoul. Cette usine doit desservir les villages situés sur la rive gauche du fleuve ainsi qu'un chemin de fer que l'on établit entre Ko-tök et Yung-tung-po. La seconde usine doit être établie à proximité de la ville de Piöng-yang et doit desservir les localités avoisinantes. La durée des concessions doit être de trente ans à partir du jour de la mise en marche. Après cela les usines appartiendront au gouvernement coréen qui touchera en outre annuellement une part des bénéfices.

Usine hydraulique et transport électrique de Drammen (Norvège). — L'eau est captée à 70 m en amont de la chute de Grarfos et amenée au moyen de 6 canaux à un réservoir. De ce bassin deux tuyaux amènent 30 m³ d'eau sous une chute de 14 m à l'usine. Dans cette dernière on dispose de 5300 poncelets. Avant l'entrée dans l'usine, chaque tuyau se divise en deux branches de 2 m de diamètre pour les turbines principales et une branche de 1 m de diamètre pour les turbines des excitatrices. Les vannes de chaque tuyau sont commandées par des électromoteurs.

Provisoirement on a deux turbines Francis de 675 poncelets tournant à la vitesse angulaire de 214 tours : minute, couplés directement et munies de volant. Le réglage de la vitesse a lieu au moyen d'eau sous pression fournie par deux pompes de 5 poncelets actionnées par des moteurs électriques. Les turbines des excitatrices sont également munies d'un volant et ont un accouplement élastique.

Les générateurs (d'Œrlikon), de chacun 750 kw, fournissent du courant triphasé à 5000 v, 50 périodes, et ont un rendement de 95 pour 100 avec un facteur de puissance égal à l'unité. A pleine charge le rendement des turbines est de 75 pour 100. La tension est élevée à 20000 v, par des transformateurs refroidis par courant d'air, provenant de ventilateurs mus électriquement. Les appareils de distribution occupent deux étages, dans l'un sont les appareils à 5000 v, dans l'autre ceux à 20000 v. Les parafoudres (à antennes avec bobine de self-induction) sont disposés dans une tour spéciale. La canalisation aérienne est disposée sur des poteaux en bois distants de 70 m l'un de l'autre. Dans la sous-station, distante de 35 km, il y a la place nécessaire pour 6 transformateurs qui abaissent la tension à 4500 v. La distribution est tout à fait analogue à celle de la centrale. De la sous-station partent des lignes aériennes et des lignes souterraines desservant 14 centres où sont installés des tourelles métalliques de 8 m de hauteur et 1,6 m de diamètre contenant chacune un transformateur abaissant la tension à 220 v pour la distribution.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Arles (Bouches-du-Rhône). — *Traction électrique.* — Une nouvelle ligne de tramways électriques à l'horizon. Nous apprenons en effet qu'une enquête est ouverte sur l'avant-projet présenté par M. Guillot, directeur des chemins de fer de la Camargue, pour l'établissement d'un tramway électrique entre le boulevard des Lices et la gare de Trinquetaille Camargue.

Beauvais. — *Traction électrique.* — Au cours d'une des dernières séances du Conseil d'arrondissement, M. Lenglet a demandé à ce qu'une étude soit faite relativement à l'établissement d'un tramway à traction électrique entre Beauvais, Froissy et Breteuil, et pour une autre ligne desservant Beauvais. Marissel, Therdonne, Laversines, Bresles, Fay-Saint-Quentin, Haudivilliers et Lafraye, avec raccordement à Oroër sur la ligne précédente.

Chaumont. — *Station centrale.* — Le Conseil d'administration de la Société des Usines à Gaz du Nord et de l'Est a ratifié le projet de traité pour l'installation de la lumière électrique à Chaumont, tel qu'il avait été établi par la Commission nommée à cet effet.

Si les travaux se poursuivent aussi rapidement que l'a promis M. Sabatié, administrateur délégué de la Société, on peut espérer que le nouvel éclairage électrique fonctionnera dès l'hiver prochain.

Chinon (Indre-et-Loire). — *Station centrale.* — Une réunion du Conseil municipal aura lieu prochainement à l'effet d'examiner et discuter l'importante question de l'éclairage électrique de cette ville.

A ce sujet, M. le Maire de Chinon a reçu des propositions intéressantes et avantageuses de M. E. Warnecke, ingénieur électricien à Tours.

Espérons qu'avant longtemps la vieille cité rabelaisienne sera pourvue de ce nouveau mode d'éclairage.

Clermont-Ferrand. — *Traction électrique.* — On nous informe que, sur la proposition de MM. Archimbaud et Bigay, le Conseil d'arrondissement demande que des études soient faites pour

le prolongement jusqu'à Viscomtat, de la ligne de tramways projetée entre le Pont de Dore et la Monnerie.

Dinan (Côtes-du-Nord). — *Station centrale.* — Et d'un nouveau projet pour l'utilisation de la marée dans une station centrale! Il y avait longtemps qu'on n'avait pas soulevé la question. Cette fois il s'agit de la création d'une usine sur la Rance, elle coûterait près de 24 millions, une paille...! Laissons du reste la parole à l'auteur du projet, M. Boucher.

On établirait un barrage sur la Rance, où serait installée une immense usine hydraulique; en même temps, M. Boucher crée un port en eau profonde accessible aux plus grands transatlantiques.

M. Boucher évalue à 100 millions de m^3 la quantité d'eau pénétrant dans la Rance à chaque marée. Ces 100 millions de m^3 rentrant deux fois et sortant deux fois par 24 heures, c'est 400 millions de mètres cubes qui passent par jour à hauteur de Bizeux.

Cette eau, M. Boucher propose de la retenir par un barrage allant de la pointe de la Vicomté à la pointe de l'Aiguille.

Entre Bizeux et la pointe de l'Aiguille, c'est-à-dire dans la partie est, le barrage serait plein et constituerait un massif de maçonnerie d'environ 700 m de long. Dans la partie ouest au contraire, c'est-à-dire entre Bizeux et la Vicomté, le barrage ne serait massif que jusqu'à une certaine hauteur et c'est là que seraient installées les chambres à eau dotées de turbines, les salles de machines, bref l'usine proprement dite.

Supposant 200 turbines, travaillant 15 heures sur 24, la puissance produite serait, paraît-il, de 450 000 poncelets, et cette énergie mécanique transformée en énergie électrique mettrait à la disposition de l'industrie une puissance de 450 000 poncelets. Pour obtenir cette force motrice, M. Boucher n'utilise pas les 400 millions de m^3 passant à Bizeux, il n'en utilise que le quart, le reste s'écoule librement.

M. Boucher évalue la dépense aux environs de 24 millions qu'il espère garantir aisément de la façon suivante. L'énergie électrique fournie par le barrage serait transmise et vendue dans un rayon de 120 km.

M. Boucher estime que de ce chef on encaisserait annuellement 3 547 800 fr, somme suffisante pour amortir en 30 ans un emprunt de 20 millions tout en servant aux actionnaires un dividende de 14 pour 100.

Tout cela est très bien, mais M. Boucher ne nous dit pas qui fournira l'énergie électrique à ses clients quand ses bassins se rempliront à la marée montante.

Lyon. — *Traction électrique.* — Nous apprenons qu'on vient de déclarer d'utilité publique l'établissement d'une ligne de tramways à traction électrique entre le pont d'Oullins et Chapanau. La concession est faite à la Compagnie des omnibus et tramways de Lyon.

Melun (Seine-et-Marne). — *Traction électrique.* — Au cours d'une délibération du Conseil municipal, en 1889, on avait émis l'avis qu'une somme de 2000 fr par an serait allouée à la Compagnie des Tramways-Sud de Melun pour la construction de la ligne Melun-Milly, jusqu'à l'épuisement des frais. La Compagnie des Tramways vient de saisir de nouveau le Conseil de cette importante question qui est renvoyée à la commission des finances; elle reviendra aussitôt que l'étude en sera faite par la Commission dans un délai rapproché.

Saint-Didier-au-Mont-Dor (Rhône). — *Station centrale.* — Dans une de ses dernières séances le conseil municipal de Saint-Didier s'est occupé entre autres questions diverses de l'éclairage électrique à établir dans la commune. A cet effet, la Compagnie adjudicataire a présenté des plans et conditions qui ont été définitivement adoptés par la municipalité.

Outre l'éclairage des rues et places aux frais de la commune il va s'en dire que des travaux seront exécutés pour fournir l'électricité aux habitants qui désireraient s'abonner à la compagnie concessionnaire.

Cette amélioration sera certainement bien accueillie du public.

Sidi-bel-Abbès (Algérie). — *Station centrale.* — Les distributions d'énergie électrique finissent par pénétrer partout; voici, en effet, qu'à une des dernières séances du Conseil municipal, M. Lisbonne a fait un compte rendu des travaux de la Commission chargée d'étudier les propositions faites par MM. de la Salle et Cie au sujet de l'installation d'une usine génératrice d'énergie électrique. Cette commission a examiné les documents soumis à son appréciation et leur a fait subir une série de modifications toutes favorables et acceptées par les intéressés.

Les projets de traité furent ensuite adoptés et le maire a été invité à poursuivre la réalisation de ces projets comportant l'établissement de l'éclairage électrique, du réseau des tramways électriques et la distribution de la force motrice à tous les industriels qui en feraient la demande.

Wimereux (Pas-de-Calais). — *Traction électrique.* — Sur le rapport du Ministre des Travaux publics, le Président de la République vient de signer le décret déclarant d'utilité public l'établissement d'une ligne de tramways à traction électrique entre le pont de Vimereux et l'hippodrome d'Aubengue.

ÉTRANGER

Wangen (Suisse). — *Station centrale.* — On vient de mettre en service une installation à Wangen sur l'Aar; nous en donnerons quelques détails empruntés à une étude détaillée de M. Zodel. Le volume d'eau disponible est de 80 à 120 m^3 par seconde, la hauteur de chute utilisable variant entre 9 et 7 m. Six machines d'environ 1100 poncelets ont été installées : chaque groupe comprend deux turbines doubles à arbre horizontal du type Francis à aubes mobiles dans le distributeur, tournant à une vitesse angulaire de 150 tours par minute et placées directement dans la chambre d'eau de façon que leur axe soit à 5 m au-dessus du niveau inférieur le plus bas.

L'eau de chaque groupe de deux turbines est évacuée dans un déversoir commun. Les roues mobiles ont un diamètre de 1,50 m et une largeur d'aubes de 0,325 m : chaque roue porte 20 aubes mobiles tournant autour de boulons fixes : il y a donc au total 80 aubes par machine complète. Les aubes réglables du distributeur sont commandées par deux arbres de réglage diamétralement opposés. Ces arbres sont actionnés par des pistons sur lesquels agit de l'huile comprimée provenant de pompes entraînées par deux turbines Girard indépendantes des turbines principales. Chacune de ces pompes à huile est à trois cylindres et est du système bien connu de Escher Wyss.

La puissance de ces pompes est telle qu'elles peuvent fournir de 120 à 150 litres d'huile par minute sous une pression de 20 à 30 atmosphères. Les régulateurs du type Escher-Wyss sont entraînés directement par l'arbre des turbines au moyen de courroies doubles.

Les générateurs sont entraînés par les turbines principales au moyen d'accouplements élastiques, systèmes Zodel. Tous les paliers sont graissés sous pression et refroidis par circulation d'eau.

L'usine produit, pendant la plus grande partie de l'année, sa puissance totale de 6700 poncelets.



A PROPOS DES FORMULES

DE

CORRECTION DE L'AMORTISSEMENT

DANS LES APPAREILS DE MESURE BALISTIQUES

Pour expliquer les divergences existant entre les formules actuelles donnant la correction de l'amortissement dans les appareils de mesure balistiques, nous faisions appel à un de nos lecteurs. Trois ont répondu successivement, et nous insérons leurs réponses dans l'ordre où elles nous sont parvenues. Toutes trois sont intéressantes, et nous ne saurions trop remercier leurs auteurs, M. Swyngedauw, *M.* Brylinski *et M.* Chaumat *qui, sous des formes différentes, élucident et épuisent définitivement la question, en montrant l'inexactitude théorique de la formule de M. Smith, ce dont nous nous doutions un peu, en faisant toutes réserves sur sa rigueur* apparente *dans notre numéro du 25 juillet dernier.*

En pratique, on pourra utiliser indifféremment l'une quelconque de ces trois formules, et de préférence la formule (b) *qui est la plus simple, à moins que l'on ne préfère étalonner directement l'appareil balistique, comme le recommande M. Chaumat, ce qui supprime toute formule.* A. Z.

1° Les formules exactes. — Rappelons d'abord quelques formules connues :

Soit un pendule mobile *dans un milieu résistant*, animé de la vitesse angulaire ω_0 à l'instant de son passage par sa position d'équilibre, à partir duquel on compte les temps.

Son élongation ε est à un instant quelconque de la durée donnée par la formule

$$\varepsilon = Ae^{-\alpha t}\sin\frac{\pi}{T}t. \qquad (1)$$

T désignant la durée qui sépare deux passages consécutifs par la position d'équilibre ou durée d'oscillation simple ; α, le coefficient d'amortissement de l'oscillation

$$A = \frac{\omega_0 T}{\pi}. \qquad (2)$$

Si le *milieu n'était pas résistant*, on aurait avec la même vitesse initiale ω_0 à l'origine des temps une élongation donnée par la formule

$$\varepsilon' = A'\sin\frac{\pi}{T'}t. \qquad (3)$$

T' étant la durée d'oscillation simple

$$A' = \frac{\omega_0 T'}{\pi}. \qquad (4)$$

Entre T' et T on a la relation

$$\frac{T'}{T} = \frac{\pi}{\sqrt{\pi^2+\lambda^2}}. \qquad (5)$$

λ étant le décrément logarithmique défini par la relation

$$\lambda = \alpha T. \qquad (6)$$

Les relations (2) (4) (5) donnent pour l'amplitude $\varepsilon = A'$ du mouvement non amorti en fonction des constantes A et λ du mouvement amorti

$$\varepsilon = A\frac{\pi}{\sqrt{\pi^2+\lambda^2}}. \qquad (7)$$

Les élongations maxima successives du pendule amorti se produisant aux instants τ, $\tau + T$, $\tau + 2T$ sont données par la relation

$$\operatorname{tg}\frac{\tau\pi}{T} = \frac{\pi}{\lambda}, \qquad (8)$$

obtenue en dérivant l'équation (1).

Les élongations maxima successives seront les valeurs

$$\varepsilon_1 = Ae^{-\alpha\tau}\sin\frac{\pi\tau}{T}. \qquad (9)$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 e^{-\lambda}, \qquad (10)$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_2 e^{-\lambda}. \qquad (11)$$

(10) et (11) nous donnent

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3} = e^{2\lambda}\ ; \qquad (12)$$

d'autre part, d'après (8)

$$\sin\frac{\pi\tau}{T} = \frac{\pi}{\sqrt{\pi^2+\lambda^2}} \qquad (13)$$

les équations (7) (9) et (13) donnent ainsi pour ε la valeur très simple suivante

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{\alpha\tau}; \qquad (14)$$

mais d'après (8)

$$\alpha\tau = \frac{\operatorname{arc\,tg}\frac{\pi}{\lambda}}{\frac{\pi}{\lambda}},$$

la formule (14) peut donc s'écrire

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{\frac{\operatorname{arc\,tg}\frac{\pi}{\lambda}}{\frac{\pi}{\lambda}}} \qquad (15)$$

La mesure de ε_1 et de ε_3 permet donc de déduire ε par la relation (15) à l'aide d'une table de logarithmes.

Dans quelles conditions peut-on simplifier cette formule?

2° Les formules approchées. — 1° λ *négligeable devant* π. — *Formule de Smith.* — On peut poser :

$$\operatorname{arc\,tg}\frac{\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{2} - \eta, \qquad (16)$$

par suite,

$$\frac{\operatorname{arc\,tg}\frac{\pi}{\lambda}}{\frac{\pi}{\lambda}} = \frac{\lambda}{2} - \frac{\eta\lambda}{\pi}. \qquad (17)$$

La relation (17) permet donc de transformer la formule (15) de la façon suivante :

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{\frac{\lambda}{2}}\frac{1}{e^{\frac{\eta\lambda}{\pi}}} \qquad (18)$$

Si λ est négligeable devant π, η est également négligeable d'après (16) et $\frac{\eta\lambda}{\pi}$ est négligeable devant l'unité ; la formule (18) se réduit sensiblement à

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{\frac{\lambda}{2}} \qquad (19)$$

qui, en tenant compte de (12), devient la formule

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}\right)^{\frac{1}{4}} \qquad (20)\ (c)$$

c'est la *formule de Smith.*

Si on compare cette formule (20) à la formule exacte (18), on voit que la valeur de ε donnée par la formule de Smith est *toujours supérieure* à la valeur exacte.

L'erreur commise en employant la formule de Smith va en croissant avec le décrément logarithmique.

L'erreur relative est inférieure à $\frac{1}{100}$ pour un décrément inférieur à 0,275, c'est-à-dire $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} < 0{,}56$; elle atteint 6 pour 100 pour un décrément logarithmique de l'ordre de 0,55 ou $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0{,}35$ environ, elle atteint l'∞ pour $\lambda = \infty$, c'est-à-dire pour l'amortissement critique. Le facteur de correction $e^{-\frac{\eta\lambda}{\pi}}$ par lequel il faut multiplier la formule de Smith (20) pour obtenir la valeur exacte donnée par (18) va en décroissant de 1 à zéro quand λ croît de zéro à l'infini.

2° *Formule classique.* $\frac{\lambda^2}{8}$ *négligeable devant* 1. — La formule (19) ou son équivalente la formule de Smith peut s'écrire en développant $e^{\frac{\lambda}{2}}$ et en se bornant aux 2 prémiers termes

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left(1 + \frac{\lambda}{2}\right). \qquad (21)\ (a)$$

On remarquera qu'au fur et à mesure que λ croît, la valeur de ε donnée par (21) s'écartera de plus en plus *par défaut* de la formule de Smith ; il résulte des considérations faites à propos de cette dernière formule et des précédentes que la formule exponentielle et la formule exacte s'écartent toutes les deux par défaut et suivant des lois analogues de la formule de Smith ; par une coïncidence heureuse la formule exponentielle (21) peut être considérée comme *pratiquement exacte.* En effet, jusqu'à l'amortissement défini par $\lambda = 0{,}55$ ou $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0{,}35$. l'erreur relative est inférieure de 1 pour 100 et par défaut.

Elle n'est que de 1,5 pour 100 pour $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0{,}1$ et n'atteint que 3 pour 100 environ pour $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0{,}01$.

Elle serait évidemment infinie pour $\lambda = \infty$, c'est-à-dire à l'amortissement critique, mais dans ce cas on a $\varepsilon = \varepsilon_1 2{,}7183$.

3° *Formule empirique :* $2\lambda^2$ *négligeable devant l'unité.* — Dans ces conditions la formule (12) peut s'écrire :

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3} = 1 + 2\lambda, \qquad (22)$$

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{4\varepsilon_3}, \qquad (22')$$

la formule (19) devient

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3} \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)}{4}. \qquad (22'')$$

Si λ est très petit, on peut confondre $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}$ avec l'unité pour évaluer le terme correctif et on obtient la formule empirique

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \frac{1}{4}(\varepsilon_1 - \varepsilon_3). \qquad (23)\ (b)$$

On voit de suite que, si on étend cette formule à des valeurs de λ plus considérables que celles qui permettent légitimement l'application de la formule (22), la formule (23) donnera des erreurs ***par défaut*** d'autant plus grandes que λ sera plus élevé.

La formule empirique ne donne une erreur relative de $\frac{1}{100}$ que pour un amortissement correspondant à $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} > 0{,}8$.

En résumé, on obtiendra ε avec une erreur inférieure à 1 pour 100 en employant l'une des 3 formules approchées pour des amortissements correspondant à $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} > 0{,}8$; la formule de Smith donnera cette approximation pour $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} > 0{,}55$; la formule exponentielle classique pour $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} > 0{,}35$.

La formule classique peut donner la valeur de ε avec une approximation suffisante jusqu'à $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0{,}01$.

R. Swyngedauw.

Voulez-vous me permettre, bien que ce soit un peu aride, de répondre à la question posée dans la note « A propos des formules de correction de l'amortissement dans les appareils de mesure balistiques », publiée à la page 324 du n° 350 (25 juillet 1906) de l'*Industrie électrique.*

Remarquons d'abord que le cas $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0$ n'est pas un cas physique réel, car l'annulation d'ε_3 suppose un amortissement infini, duquel il résulte que ε_1 est également nul.

Mathématiquement toutefois, on peut concevoir que ε_1 étant infiniment petit, ε_3 soit cependant d'un ordre supérieur, et par conséquent infiniment petit par rapport à ε_1. Il en résulte évidemment que ε_1 est infiniment petit par rapport à ε et par conséquent toute formule correcte doit donner pour $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}$ la valeur ∞ lorsque $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$ arrive à la limite 0.

Il en est bien ainsi de la formule (c) de M. A. W. Smith, mais il en est également ainsi de la formule (a), car lorsque $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$ tend vers 0, $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}$ croît indéfiniment. Le logarithme croît, lui aussi, indéfiniment avec la variable. donc λ et par suite $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}$ sont infinis pour $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0$.

La contradiction signalée ayant ainsi disparu, quelques autres remarques intéressantes peuvent être faites sur la question.

La formule (b) n'est pas une formule empirique, mais bien le développement mathématique de la formule (a) pour les faibles amortissements.

En effet, la formule (a) s'écrit :

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left[1 + \frac{1}{4} \log_e \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}\right] = \varepsilon_1 \left[1 - \frac{1}{4} \log_e \frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}\right] =$$

$$= \varepsilon_1 \left[1 - \frac{1}{4} \log_e \left(1 - \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{\varepsilon_1}\right)\right].$$

Or, pour les faibles valeurs de l'amortissement, on peut écrire tout simplement.

$$\log_e\left(1-\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{\varepsilon_1}\right)=-\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{\varepsilon_1},$$

et par conséquent

$$\varepsilon=\varepsilon_1\left[1+\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{4\varepsilon_1}\right]=\varepsilon_1+\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{4},$$

ce qui est précisément la formule (*b*).

On verrait de même que, dans les mêmes conditions, on a

$$\varepsilon=\varepsilon_1+\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{4}\cdot\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}. \qquad (b')$$

Il paraît même probable, sans qu'il soit utile d'en rechercher la démonstration, que les valeurs obtenues par la formule (*a*) doivent être constamment comprises entre celles que donnent les formules (*b*) et (*b'*), ce qui donnerait un moyen simple de se rendre compte dans chaque cas de l'erreur commise par l'emploi de la formule (*b*).

Mais les formules (*b*) ou (*b'*) ne sont pas seulement le développement de la formule (*a*) dans le cas des amortissements faibles; elles sont aussi le développement de la formule (*c*).

On a en effet, si l'amortissement est faible,

$$\left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}\right)^{\frac{1}{4}}=\frac{1}{\left(\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}\right)^{\frac{1}{4}}}=\frac{1}{\left[1-\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{\varepsilon_1}\right]^{\frac{1}{4}}}=\frac{1}{1-\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{4\varepsilon_1}}=1+\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{4\varepsilon_1}$$

et par conséquent

$$\varepsilon=\varepsilon_1\left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}\right)^{\frac{1}{4}}=\varepsilon_1+\frac{\varepsilon_1-\varepsilon_3}{4},$$

ce qui est la formule (*b*) dans les notations adoptées. Il serait encore plus simple d'arriver à la formule (*b'*).

Ainsi pour les petits amortissements, les formules (*a*), (*b*), (*b'*), (*c*) sont les mêmes, et quand l'amortissement croît indéfiniment, les formules (*a*) et (*c*) donnent un résultat exact. Cependant ces formules ne sont pas identiques, et l'une au moins des deux doit par conséquent être théoriquement inexacte.

Reprenons donc le raisonnement, un peu elliptique, de M. A. W. Smith, mais, pour ne pas nous exposer à des redites, concrétisons-le. Un mouvement tel que celui qui nous occupe peut s'écrire sous la forme

$$\varepsilon e^{-\theta\omega t}\sin\omega t.$$

On voit immédiatement que si l'amortissement est nul, l'élongation est bien ε.

Les points de vitesse nulle, qui limitent les oscillations, seront donnés par l'équation

$$\omega\varepsilon e^{-\theta\omega t}[-\theta\sin\omega t+\cos\omega t]=0,$$

c'est-à-dire

$$\operatorname{tang}\omega t=\frac{1}{\theta}$$

$$\sin\omega t=\frac{\operatorname{tang}\omega t}{\sqrt{1+\operatorname{tang}^2\omega t}}=\frac{1}{\theta\sqrt{1+\frac{1}{\theta^2}}}=\frac{1}{\sqrt{1+\theta^2}}$$

$$\omega t=\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}+n\pi$$

où *n* est un nombre entier positif quelconque.

Nous aurons donc

$$\varepsilon_1=\frac{\varepsilon e^{-\theta\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}}}{\sqrt{1+\theta^2}}$$

et le *K* de M. Smith aura pour valeur, par définition

$$K=\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}=\sqrt{1+\theta^2}\,e^{\theta\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}}.$$

Voyons maintenant ce que M. Smith appelle la *première élongation d'ordre pair* ε_2. On doit avoir, par définition,

$$\varepsilon_2=\frac{\varepsilon_1}{K}=\frac{\varepsilon}{K^2}=\frac{\varepsilon}{1+\theta^2}e^{-2\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}}.$$

Or ε_2 est l'élongation comprise entre le premier arrêt du mobile et un point inconnu *a priori*, correspondant à un temps inconnu τ, tel que

$$\varepsilon_2=\frac{\varepsilon e^{-\theta\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}}}{\sqrt{1+\theta^2}}-\varepsilon e^{-\theta\omega\tau}\sin\omega\tau=\frac{\varepsilon}{1+\theta^2}e^{-2\theta\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}},$$

ce qui donne

$$e^{-\theta\omega\tau}\sin\omega\tau=\frac{e^{-\theta\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}}}{\sqrt{1+\theta^2}}\left[1-\frac{e^{-\theta\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}}}{\sqrt{1+\theta^2}}\right]$$

Ce temps ne correspond certainement pas au second passage à zéro, qui est donné tout simplement par la valeur

$$\omega t=\pi.$$

Il convient de voir s'il ne correspondrait pas au premier maximum de vitesse. Ces maxima de vitesse sont donnés par les annulations de l'accélération, soit

$$\omega^2\varepsilon e^{-\theta\omega\tau}[(\theta^2-1)\sin\omega t-2\theta\cos\omega t]=0,$$

ce qui donne

$$\operatorname{tang}\omega t=\frac{2\theta}{\theta^2-1}$$

ou

$$\operatorname{tang}(-\omega t)=\frac{2\theta}{1-\theta^2}=\frac{2\operatorname{tang}\left(-\frac{\omega t}{2}\right)}{1-\operatorname{tang}^2\left(\frac{\omega t}{2}\right)}$$

c'est-à-dire

$$\operatorname{tang}\frac{\omega t}{2}=-\theta$$

$$\left.\begin{aligned}\cos\frac{\omega t}{2}&\frac{\pm 1}{\sqrt{1+\theta^2}}\\ \sin\frac{\omega t}{2}&\frac{\mp\theta}{\sqrt{1+\theta^2}}\end{aligned}\right\}\sin\omega t=\frac{-2\theta}{1+\theta^2}.$$

On voit que ce temps τ ne paraît correspondre à rien de simple.

Mais pour nous assurer complètement, prenons la valeur de ε_3 qui est tout simplement, d'après le raisonnement fait, la troisième élongation réelle et correspond à

$$\omega t=\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}+2\pi,$$

d'où résulte

$$\varepsilon_3=\frac{\varepsilon e^{-\theta\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}-2\pi\theta}}{\sqrt{1+\theta^2}}$$

Nous aurons par conséquent

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}=e^{-2\pi\theta}$$

valeur très différente de

$$K^4=(1+\theta^2)^2e^{2\theta\operatorname{arc\,tang}\frac{1}{\theta}}.$$

Il semble donc que l'erreur du raisonnement de M. Smith soit d'avoir considéré comme *évident* que l'on a

$$\varepsilon_1 = K\varepsilon_2$$

alors que K a été défini par l'équation.

$$\varepsilon = K\varepsilon_1.$$

Si, laissant de côté toutes ces formules, nous cherchons la valeur de $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}$ en fonction de ε_1 et ε_3, nous voyons que l'on a

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = \sqrt{1+\theta^2}\, e^{\theta \text{ arc tang} \frac{1}{\theta}}$$

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3} = e^{2\pi\theta}.$$

La seconde donne θ par la formule

$$\theta = \frac{1}{2\pi} \log_e \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3},$$

ce qui, dans les notations de la formule (a), revient à

$$\theta = \frac{\lambda}{\pi}$$

et la première donne alors

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} \sqrt{1+\frac{\lambda^2}{\pi^2}}\, e^{\frac{\lambda}{\pi} \text{arc tang} \frac{\pi}{\lambda}}. \qquad (f)$$

Lorsque λ est très grand, l'arc tang se confond avec la tangente et l'arc a simplement

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = \frac{\lambda}{\pi} e = 0{,}865\,\lambda. \qquad (g)$$

Lorsque, au contraire, λ est petit, l'arc tang est très voisin de $\frac{\pi}{2}$, et $e^{\frac{\lambda}{2}}$ est très voisin de $\left(1+\frac{\lambda}{2}\right)$, de sorte que l'on a approximativement

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = 1 + \frac{\lambda}{2}.$$

La formule (a) apparaîtrait ainsi non pas comme une formule générale, mais simplement comme la limite vers laquelle tend la véritable formule lorsque l'amortissement devient suffisamment petit, et il n'y aurait par conséquent aucun motif de l'employer au lieu de la formule (b) qui correspond au même cas, et qui est beaucoup plus simple, si elle n'était pas beaucoup plus approchée, comme le montre le tableau ci-dessous.

$\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$.	VALEURS DE $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}$.			
	Formule (f).	Formule (a).	Formule (b).	Formule (g).
0,80	1,0668	1,0655	1,050	0,1133
0,40	1,2441	1,2292	1,150	0,396
0,30	1,3368	1,3010	1,175	0,536
0,10	1,6646	1,5756	1,225	0,9958
0,01	2,4635	2,1513	1,248	1,9917

On voit, en effet, que pour $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0{,}80$, l'erreur commise par l'emploi de la formule (a) n'est guère que le $\frac{1}{13}$ de celle qu'occasionne l'emploi de la formule (b).

Si on veut limiter, par exemple, l'erreur à 1 2/3 pour 100, tout en employant dans chaque cas la formule la plus simple, on se servira de la formule (b) pour les valeurs de $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$ supérieures à 0,80, — puis de la formule (a) pour les valeurs de $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$ comprises entre 0,80 et 0,37 environ, — puis de la formule (f), — et enfin, dans quelques cas *très exceptionnels*, où $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$ sera notablement inférieur à 0,01, on pourra employer la formule (g).

Bien que cette formule soit la plus simple de toutes, les cas où elle pourra être employée seront tellement rares qu'il est bien inutile de calculer la valeur exacte de $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$ au-dessous de laquelle elle sera applicable. E. Brylinski.

Votre collaborateur A. Z. a posé dans le numéro de *L'Industrie électrique* du 25 juillet dernier quelques questions à propos des formules de correction de l'amortissement dans les appareils de mesure balistiques. Si vous croyez que cela puisse intéresser vos lecteurs, j'y réponds bien volontiers.

I. Votre collaborateur rappelle la formule *classique*

$$\varepsilon = \varepsilon_1\left(1+\frac{\lambda}{2}\right)$$

donnant l'élongation ε d'un système oscillant dont l'amortissement serait nul en fonction de la première élongation ε_1 du système *réel* amorti, pour lequel le décrément logarithmique des oscillations est λ.

Cette formule n'est qu'une approximation souvent grossière. On établit facilement la formule rigoureuse

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{+\frac{\lambda}{\pi} \text{arc tang} \frac{\pi}{\lambda}}.$$

Si l'on développe cette exponentielle on obtient la série suivante :

$$1 + \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda^2}{8} + \dots$$
$$-\frac{\lambda^2}{\pi^2} - \frac{\lambda^3}{2\pi^2} - \frac{\lambda^4}{8\pi^2} - \dots.$$

Cette série est convergente pour $\lambda < \pi$; elle est divergente pour $\lambda > \pi$. On n'a donc pas le droit de l'employer dans ce dernier cas (qui se trouve souvent réalisé dans la pratique avec les galvanomètres balistiques modernes) et il n'est pas légitime, comme on le voit immédiatement, d'employer cette série en la bornant à ses premiers termes, pour des valeurs de λ notables bien qu'inférieures à π.

L'emploi de la formule classique citée plus haut se justifiait autrefois quand on croyait ne devoir employer, pour l'usage balistique, que des galvanomètres sensiblement dépourvus d'amortissement [1]. Il vaut bien mieux calculer directement l'exponentielle. J'y reviendrai tout à l'heure.

II. La formule purement algébrique que votre collaborateur attribue à Arthur W. Smith (je me hâte de dire que je n'ai pas encore lu son mémoire) est inexacte.

En effet, on a :

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{+\frac{\lambda}{\pi} \text{arc tang} \frac{\pi}{\lambda}}$$

[1] J'ai entre les mains un galvanomètre balistique de la maison Carpentier pour lequel $\lambda = 3{,}2$ quand le cadre est fermé sur une résistance totale de 5500 ohms. On peut avoir intérêt pour des raisons de facilité d'étalonnage, à diminuer cette résistance, ce qui augmente encore λ. Des exemples de ce genre pourraient être multipliés.



ε étant l'élongation fictive d'un système supposé dépourvu d'amortissement.

Entre les valeurs absolues de deux élongations successives du système réel, ε_1 et ε_2 par exemple, on a la relation

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 e^{\lambda}.$$

Il suffit de comparer pour voir que les coefficients diffèrent notablement et c'est ce qui explique l'écart signalé par votre collaborateur même pour les petites valeurs de λ.

D'ailleurs, même si la formule de Smith était exacte pour le mouvement périodique amorti, on n'aurait pas algébriquement le droit d'extrapoler le calcul jusqu'au cas de l'apériodicité critique.

Remarque. — Ce calcul de l'élongation fictive du système supposé dénué d'amortissement me paraît d'ailleurs absolument puéril.

Considérons un galvanomètre balistique dont le cadre est traversé par la quantité d'électricité q, la première élongation ε_1 est liée à q par la relation

$$\frac{\varepsilon_1}{q} = \frac{\Phi_0}{C} \frac{2\sqrt{\pi^2 + \lambda^2}}{T_1} e^{-\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arc\,tang} \frac{\pi}{\lambda}}$$

dans laquelle :

Φ_0, homogène à un flux, est e moment, par rapport à l'axe d'oscillation du système, du couple développé par le courant unité, le galvanomètre étant dans sa position d'équilibre ;

C est le moment du couple de torsion pour l'unité d'angle ;

T_1 la période réelle du balistique dans les conditions actuelles de fonctionnement et en particulier d'amortissement.

Si l'on imagine maintenant l'appareil dénué d'amortissement, la formule devient

$$\frac{\varepsilon}{q} = \frac{\Phi_0}{C} \frac{2\pi}{T}.$$

Mais cette formule n'a pas d'intérêt, car T, période fictive, n'est égal à T_1 que pour λ nul ou négligeable, et en diffère considérablement quand l'amortissement devient notable, car on a toujours

$$\frac{2\sqrt{\pi^2 + \lambda^2}}{T_1} = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{C}{K}}$$

K étant le moment d'inertie du système oscillant par rapport à l'axe d'oscillation.

Il faut donc déterminer T par une mesure directe de T_1 et de λ.

Cette formule n'est d'ailleurs utilisée que lorsqu'on veut déduire la constante du galvanomètre employé en balistique de sa constante $\left(\frac{\Phi_0}{C}\right)$ en courant permanent.

Il me paraît beaucoup plus simple et plus exact, comme je l'enseigne depuis bientôt dix ans à l'École supérieure d'électricité, d'étalonner le balistique dans chaque cas, dans les conditions mêmes de son fonctionnemeut.

CHAUMAT,
Sous-directeur de l'École supérieure d'électricité.

Téléphones de l'Industrie électrique :

RÉDACTION : N^os **812-89.**

ADMINISTRATION : N^os **704-44.**

BATTERIES D'ACCUMULATEURS

AVEC ÉLÉMENTS DE RÉDUCTION

Lorsque la charge d'un réseau desservi par une batterie d'accumulateurs ne varie pas trop brusquement, on peut maintenir la tension pratiquement constante dans ce réseau, en faisant varier le nombre d'éléments en service, les éléments toujours en service forment le *corps de la batterie*, ceux qui peuvent être au besoin insérés dans la batterie ou non, sont les éléments *de réduction*.

Quand la batterie n'est pas chargée en même temps qu'elle travaille sur le réseau, la tension d'un élément varie de 2,1 à 1,80 v environ. Le nombre total d'éléments à employer (à fin décharge) est $N = \frac{U}{1,80} = 0,556\ U$. U étant la tension à maintenir constante.

Au commencement de la décharge, la tension d'un élément pouvant atteindre 2,10 v, on n'a besoin pour avoir la tension U de n'avoir que $N_1 = \frac{U}{2,10} = 0,476\ U$ éléments, de sorte que le nombre d'éléments de réduction est

$$N - N_1 = (0,556 - 0,476\ U) = 0,08\ U.$$

Quand la batterie sert de tampon, c'est-à-dire qu'elle est chargée pendant qu'elle débite, la tension d'un élément peut varier dans des limites plus considérables, c'est-à-dire entre 2,5 et 1,8 v.

On a alors

$$N = \frac{U}{1,8} = 0,556\ U, \quad N_1 = \frac{U}{2,5} = 0,4\ U,$$

de sorte que le nombre des éléments de réduction est

$$N = N_1 = (0,556 - 0,4)\ U = 0,156\ U.$$

Les éléments de réduction sont mis en service ou sont retirés de la batterie au moyen de *réducteurs* ou *inserateurs* actionnés à la main (au besoin à distance) ou automatiquement.

Dans les distributions pour lumière à incandescence à 110 v, on fait ordinairement varier le nombre des éléments en service *un* par *un*, dans les distributions à 220 v, on peut le faire varier de deux en deux et dans les distributions ne comportant pas de lampes à incandescence, on peut grouper au besoin un plus grand nombre d'éléments à insérer simultanément. Dans ce qui va suivre, nous supposerons que l'on insère les éléments un à un.

Quand on a affaire à une batterie-tampon, on dispose un ou plusieurs réducteurs de charge, et on les enclenche avec les autres de manière à avoir toujours en charge un ou deux éléments de plus qu'en décharge.

L'inconvénient de l'emploi d'éléments de réduction est que ces éléments travaillent moins que ceux du corps de batterie, de sorte qu'il est assez difficile de proportionner pour tous les éléments la charge à la décharge.

On a tout intérêt à diminuer le nombre des éléments de réduction d'une batterie et, en vue d'économie de frais d'installation, de diminuer le nombre de connexions de ces éléments au tableau. En effet, ces connexions doivent avoir une section suffisante pour livrer passage au courant d'utilisation et elles ont une certaine longueur car le tableau ne peut être placé dans la salle même où est la batterie.

En Allemagne, pour diminuer le nombre d'éléments de réduction, on les monte parfois de manière qu'ils puissent être mis en série et en opposition avec le corps de la batterie.

Le nombre total d'éléments de la batterie est encore $N = \frac{U}{1{,}8} = 0{,}556\ U$; si x est le nombre d'éléments de réduction, le nombre d'éléments du corps de la batterie sera $N - x$, et comme la tension d'un élément peut atteindre 2,5 v, la tension du corps de la batterie pourra atteindre $(N - x)\, 2{,}50$ v.

A ce moment-là on devra mettre en opposition les x éléments de réduction, c'est-à-dire qu'ils se chargeront, la tension d'un élément sera de 2,10 v au moins, on devra donc avoir :

$$(N - x)\, 2{,}50 - 2{,}10\, x = U$$

$$1{,}39\ U - x\,(2{,}50 + 2{,}10) = U,$$

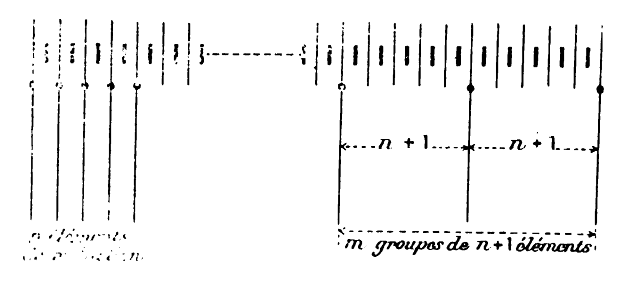
d'où l'on tire

$$x = 0{,}084\ U.$$

On voit donc que, par ce procédé, l'on économise presque la moitié des éléments de réduction (et des connexions), mais ces éléments travaillent encore dans de plus mauvaises conditions que dans le cas du montage ordinaire.

Dans le cas d'une distribution à deux fils [1], où l'une des extrémités de la batterie est libre, on peut, en compliquant cependant un peu le service, réduire le nombre de connexions avec le tableau.

On dispose à l'extrémité de gauche, par exemple, de la batterie n éléments de réduction et on dispose le reste de ces éléments à l'extrémité de droite, en les divisant en m groupes de $n + 1$ éléments, le nombre d'éléments de réduction étant $n + m\,(n + 1)$ (fig. 1).



On relie au tableau les n éléments de gauche de sorte que l'on a $n + 1$ connexions, et on relie également au tableau les extrémités des m groupes de droite, de sorte que le nombre total des connexions est $n + 1 + m + 1$. On peut chercher la valeur de n rendant ce nombre minimum, le nombre total d'éléments de réduction étant M, on a :

$$n + m\,(n + 1) = M \qquad m = \frac{M - n}{n + 1}$$

$$n + \frac{M - n}{n + 1} + 2 = \text{minimum}$$

$$1 + \frac{-(n + 1) - (M - n)}{(n + 1)^2} = 0$$

$$(n + 1)^2 - n - 1 - M + n = 0$$

$$(n + 1)^2 = M + 1$$

$$n = \sqrt{M + 1} - 1.$$

On devra parfois faire M plus grand que sa valeur théorique pour que $\frac{M - n}{m}$ soit un nombre entier.

Quand on voudra, par exemple, réduire le nombre des éléments en service, on commencera par manœuvrer le réducteur de gauche, relevant ainsi les éléments un à un; quand on sera au bout de la manœuvre de ce réducteur et que l'on voudra retirer un élément de plus, on manœuvrera le réducteur de droite qui retire $n + 1$ éléments, mais en même temps on manœuvrera en sens inverse le réducteur de gauche, de manière à en insérer n, de sorte que finalement on aura retiré un élément.

Pour insérer un élément, on manœuvre le réducteur de gauche, quand tous les éléments de gauche sont insérés, si l'on veut continuer, on insère $n + 1$ éléments en manœuvrant d'un plot le réducteur de droite, en même temps que l'on ramène complètement le réducteur de gauche pour retirer ses n éléments.

Naturellement on enclenche les deux réducteurs en vue d'éviter toute fausse manœuvre; on ne doit pouvoir manœuvrer le réducteur de droite qu'en manœuvrant simultanément et en sens inverse le réducteur de gauche.

Cherchons le nombre de combinaisons que l'on peut réaliser pour une batterie desservant un réseau à 110 v; le nombre d'éléments de réduction étant

$$M = 0{,}156\ U = 17{,}14$$

soit 18.

NOMBRE D'ÉLÉMENTS A GAUCHE n.	NOMBRE DE GROUPES A DROITE m.	NOMBRE TOTAL D'ÉLÉMENTS DE RÉDUCTION.	NOMBRE DE CONNEXIONS		
			A GAUCHE.	A DROITE.	TOTAL.
0	18	18	»	19	19
1	9	19	2	10	12
2	6	20	3	7	10
3	4	19	4	5	9
4	3	19	5	4	9
5	3	19	6	4	10
6	2	20	7	3	10
7	2	23	8	3	11
8	1	17	9	2	11

[1] On ne peut employer ce procédé dans le cas d'une distribution à trois fils, car les éléments de distribution pour chaque pont occupent l'une des extrémités de la batterie.

Le tableau ci-dessus indique les combinaisons possibles, ainsi que le nombre réel d'éléments de réduction à employer et le nombre de connexions avec le tableau.

Le nombre minimum de connexions a lieu pour $n=3$ ou $n=4$, car

$$n=\sqrt{M+1}-1=4{,}36-1=3{,}36.$$

F. Loppé.

PROGRÈS DES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES

(suite[1].)

Sodium et calcium. — La fabrication de ces métaux par l'électrolyse ignée est aujourd'hui un fait accompli. Ces deux métaux peuvent, croyons-nous, être livrés industriellement en France par la Société d'Electrochimie, et en Allemagne par l'Elektrochemische Werke G. m. b. H. de Bitterfeld; cette dernière, notamment, applique couramment le procédé Rathenau pour l'électrolyse du chlorure de calcium fondu.

Néanmoins les productions restent insignifiantes ([2]), cela surtout parce que les emplois pratiques de ces métaux font encore défaut. Leur principale qualité est d'être avant tout des réducteurs énergiques, c'est-à-dire des corps essentiellement avides d'oxygène. Cette propriété les désigne pour les applications en chimie organique et en métallurgie. Cependant ces débouchés sont encore négligeables, bien que nous ayons noté l'usage, qui commencerait à se répandre dans les fonderies américaines, de ferro-sodium et de ferro-calcium pour épurer les bains avant la coulée.

Le calcium, plus maniable que le sodium, et d'ailleurs moins violent dans ses réactions, nous paraît spécialement propre à un avenir dans ce genre d'applications; ce métal, tel qu'on le trouve actuellement dans le commerce sous forme de petits bâtonnets, titre 96 à 98 pour 100 de calcium pur; sa densité est de 1,5446, c'est-à-dire qu'il est presque deux fois plus léger que l'aluminium dont la densité est de 2,7 environ.

Sa dureté est supérieure à celle du sodium, du plomb ou de l'étain, comparable à celle de l'aluminium, mais légèrement inférieure à celle du zinc et du magnésium; sa résistance de rupture à la traction est de 0,610 kg : mm²: enfin, quoique se ternissant à l'air, il peut être conservé sans crainte d'oxydation, au contraire du sodium. La plus curieuse propriété chimique du calcium est d'être très avide non seulement d'oxygène, mais encore d'azote. Cette précieuse faculté peut être diversement appliquée dans la pratique : par exemple à la création d'un vide chimique parfait dans les lampes à incandescence ou les ampoules à rayons X, ou encore à l'épuration complète des gaz occlus dans un bain de fonte ou d'acier en fusion. On a reconnu récemment l'influence nuisible qu'exerçait la présence de l'azote sur les constantes mécaniques des fers et aciers; aussi la propriété que possède le calcium d'éliminer ce gaz et qui n'est atteinte à un degré semblable que par le titane, est-elle des plus intéressantes.

Considérant l'abondance du calcium dans la nature, qui permet d'obtenir ce métal à bon compte, et d'autre part ses diverses propriétés physiques et chimiques, nul doute qu'on arrive sous peu à créer pour ce métal un réel avenir industriel.

ÉLECTROSIDÉRURGIE

Arrivons maintenant à cette question capitale de l'Electrosidérurgie, celle où les progrès ont été les plus considérables. Nous diviserons l'étude de l'électrométallurgie du fer et produits connexes en trois grandes classes répondant bien à la division que l'on peut observer dans les recherches pratiques sur ce sujet:

A. Réduction électrique des minerais de fer, ou autrement dit production de la fonte par substitution du four électrique au haut-fourneau.

B. Production de l'acier électrique. C'est dans cette voie que les développements ont été les plus remarquables.

C. Production de ferro-alliages et métaux rares employés aujourd'hui sur une vaste échelle, tant par suite des applications croissantes des aciers spéciaux, que par le débouché inattendu découvert pour ces produits dans l'éclairage par incandescence, électrique et au gaz,

Etudions notre sujet dans cet ordre.

A. Traitement des minerais de fer. — Nous avons déjà signalé dans notre précédent travail, le peu de succès que pourrait rencontrer la fonte électrique tant qu'il y aurait de la houille et du minerai à proximité relative l'un de l'autre, comme c'est le cas en Europe notamment. D'autre part, nous envisagions l'hypothèse de l'épuisement des minerais riches actuels et de la nécessité d'utiliser sous peu les minerais pauvres ou en grains actuellement délaissés.

Deux rapports officiels sont venus fortifier cette opinion; ce sont ceux du professeur Törnebölm sur les réserves mondiales de minerai de fer et leur épuisement éventuel, et celui de MM. Hanneel et Harbord sur l'état actuel de l'électrosidérurgie en Europe.

La Scandinavie possède de très riches gisements de minerais de fer extrêmement purs: c'est ainsi que les fers dits de Suède, obtenus avec ces minerais et employés pour la fabrication des qualités supérieures d'aciers au creuset, ont une réputation universelle. Le gouverne-

([1]) Voy. *L'Industrie électrique* du 10 juin 1906, n° 347, p. 251; du 25 juin 1906, n° 348, p. 285; du 25 juillet 1906, n° 350, p. 334.

([2]) M. Ashcroft, dans le mémoire qu'il a lu au Congrès de 1906 de l'*American Electrochemical Society* à Ithaca (U.S.A.) sur son procédé, estime la consommation mondiale de sodium métal à 500 tonnes. Nous trouvons ce chiffre lui-même nettement exagéré.

ment suédois, désireux de se rendre compte de l'influence que pourraient exercer les réserves de magnétites suédoises sur l'avenir de la sidérurgie européenne, avait chargé le professeur Törnebōhm de se livrer à une enquête sur les quantités de bons minerais de fer reconnues et sur la durée probable de leur exploitation. Le rapport, inséré dans le *Teknisk Tidskrift* de septembre 1905, est particulièrement intéressant et les conclusions fort nettes : à part le bassin ferrifère encore neuf que se partagent la France et le Luxembourg, toutes les réserves européennes sont plus ou moins entamées et l'on peut estimer à 10 milliards de tonnes la masse encore disponible, ce qui signifie qu'au taux actuel d'exploitation, les minerais riches seront épuisés avant la fin du siècle.

Au demeurant le petit tableau ci-après fournit une idée très nette sur la situation actuelle de l'industrie du fer dans le monde, en millions de tonnes :

CONTRÉE	RÉSERVE DE MINERAI	PRODUCTION	CONSOMMATION	EXPORTATION
États-Unis	1 100	35	35	»
Angleterre	1 000	14	20	»
Allemagne, Luxembourg	2 200	21	24	2
Espagne	500	8	1	7
Russie	1 500	4	6	2
France	1 500	6	8	»
Suède	1 000	4	1	3
Autres contrées	1 200	8	5	2
Totaux	10 000	100	100	16

Il faudra donc en arriver à la concentration des minerais pauvres et à l'utilisation des minerais pulvérulents ou en grains négligés à l'heure actuelle ; c'est dans cette voie-là surtout, interdite au haut fourneau, que le four électrique pourra s'aventurer hardiment, en réalisant l'agglomération des minerais en poudres naturels ou des concentrés provenant de l'enrichissement des minerais pauvres, agglomération qui s'effectue à l'heure actuelle de façon fort peu satisfaisante par briquetage.

Le rapport de MM. Hanneel et Harbord a également pour origine une préoccupation économique. Le gouvernement canadien cherche à développer chez lui une sidérurgie nationale par tous les moyens en son pouvoir. C'est ainsi qu'il frappe d'un droit d'importation élevé (13,75 fr par tonne) la fonte étrangère alors qu'il accorde une prime de valeur légèrement supérieure à la fonte indigène. Pays pauvre en houille, assez riche en minerais de fer et, particulièrement, en minerais pulvérulents, possédant d'importantes richesses hydrauliques, le Canada, par l'effet de toutes ces circonstances réunies, se trouve être un champ d'expériences spécialement indiqué pour la production de la fonte électrique. C'est ce que comprit le gouvernement canadien qui, devant le vaste mouvement de l'électrosidérurgie européenne, chargea dans le courant de 1904 M. Hanneel, Superintendant of mines, d'une mission d'études auprès des principales usines se livrant à des recherches de ce genre : la Praz, Livet en France, Gysinge en Suède, Turin, etc.

Le rapport de cette enquête, extrêmement documenté, est un ouvrage précieux pour les électrométallurgistes, et entre autres conclusions intéressantes, il constate d'une part qu'il est parfaitement possible d'obtenir au four électrique les différentes qualités de fontes d'affinage et de moulage usuelles, ce qui ne présentait du reste nulle objection technique, et, d'autre part que le four électrique ne peut concurrencer le haut-fourneau que si l'énergie électrique est très bon marché pour l'un et si le combustible est très cher pour l'autre. Nous citons textuellement :

« Dans les conditions actuelles, là où les hauts-fourneaux constituent une industrie établie, le procédé électrique ne peut pas soutenir la concurrence ; mais dans des cas spéciaux, lorsqu'on dispose d'une force motrice hydraulique largement suffisante, et qu'il n'est pas facile d'obtenir du coke de haut-fourneau, le procédé électrique peut donner de bons résultats au point de vue commercial. »

Le rapport cite même des chiffres ; il estime qu'il y a égalité dans le prix de revient de la fonte lorsque, dans un cas, l'énergie revient à 50 fr le cheval-an — ce qui est bon marché, — et dans l'autre, lorsque le coke coûte 35 fr la tonne — ce qui est cher. Voici donc cette fois solidement étayée une opinion que commandait le simple bon sens : à savoir que, le haut-fourneau moderne étant un appareil thermique de rendement excellent, comparable à celui du four électrique, l'énergie thermique obtenue en partant du coke coûtera incontestablement moins cher dans les régions civilisées qu'en partant de l'énergie électrique, dont les seules charges financières du capital immobilisé dans les vastes installations hydrauliques mécaniques et électriques nécessaires grèvent lourdement le prix de revient.

Il ne faut pas oublier en effet que le haut-fourneau actuel est un instrument éminemment perfectionné. Depuis sa création qu'on peut faire remonter à 1618, où, si j'en crois les auteurs d'outre-Manche, un Anglais, Dudley, réalisa pour la première fois la fonte des minerais de fer en four à cuve, il a vu successivement se réaliser d'importantes améliorations : la machine à vapeur de Watt en 1770 qui rendit possible la machine soufflante, le chauffage du vent réalisé en 1828 par Neilson, l'augmentation de capacité, l'utilisation du gaz de gueulard, tout récemment la dessiccation du vent par congélation, etc., sont autant de causes qui ont réduit la consommation du coke.

Le four électrique, au contraire, ne peut pas présenter d'évolution comparable. Du premier coup on a créé un appareil thermique dont le rendement est très élevé, merveilleux instrument de précision et de simplicité. Par malheur, il consomme une forme d'énergie dont le coût est élevé ; tout se réduit en somme à une simple question de gros sous.

On s'en rendra parfaitement compte du reste, en considérant qu'à l'heure actuelle la production d'une tonne de fonte électrique par vingt-quatre heures, exige une puissance installée d'au moins 80 kw. Or un haut fourneau moderne, capable de produire 300 à 350 tonnes par vingt-quatre heures, coûte avec ses accessoires moins de 5 millions de francs. Je laisse au lecteur le soin d'estimer ce que coûterait l'aménagement hydraulique et le matériel électromécanique d'une puissance de 30000 kw, nécessaire pour obtenir la même production au four électrique.

La question de la fonte électrique nous semble donc définitivement jugée, et lorsque nous aurons à enregistrer dorénavant un développement économique du procédé électrique, ce sera toujours dans une région où la sidérurgie n'existe pas ou peu, où la houille est rare, les forces hydrauliques abondantes, et où le plus souvent le minerai à traiter sera inutilisable par le haut-fourneau: pulvérulent, arsénical, titanifère ou trop phosphoreux.

Ce champ, quoique restreint, est encore suffisamment vaste pour séduire des électro-métallurgistes de grande valeur tels que MM. Héroult, Keller, Harmet, lesquels poursuivent avec une louable persévérance, la solution du problème. M. Héroult qui créa l'acier électrique comme il avait créé l'aluminium industriel, étudie le problème de la fonte électrique à Sault-Sainte-Marie (Canada), un des points où ce problème est soluble, comme nous le faisions remarquer plus haut. Les résultats de ses essais encore pendants, sont attendus avec intérêt par tous les métallurgistes, dont l'attention a été soulevée par une dépêche favorable de M. Hanneel à la fin de février 1906.

M. Keller, dans les usines de la Société Keller et Leleux à Livet (Isère), a mis au point un four qui a fonctionné avec succès devant la Commission canadienne, et dont les résultats ont servi de base au rapport; on a installé ou l'on achève l'installation d'un autre four de 1500 kw, qui sera capable de produire 20 tonnes de fonte par vingt-quatre heures.

A part ces recherches, il n'y a pas de nouvelles tentatives à enregistrer. L'agglomération ou scorification électrique de minerais ou produits ferrifères en poudre qui présente, comme nous le disions un peu plus haut, un très grand intérêt pratique, est elle-même délaissée. Le procédé Ruthenburg, qui nous paraissait séduisant, semble avoir échoué; il est sinon abandonné totalement, du moins suspendu quant aux essais. Par contre il y a lieu de signaler l'appareil Galbraith-Stewart qui a été proposé dans le même but; cet engin, que l'on se propose d'expérimenter sur les sables de la Nouvelle-Zélande, est essentiellement constitué par une série de barres en graphite portées à l'incandescence, au travers desquelles le minerai passe et se scorifie. Cet appareil est trop nouveau pour qu'on puisse porter sur lui un jugement quelconque.

(*A suivre.*) J. IZART.

BOBINES EN FIL D'ALUMINIUM NU (1)

On sait que, même à la température ordinaire, un fil d'aluminium se recouvre d'une couche d'oxyde protégeant le métal contre l'action de la plupart des substances. Une telle couche isole électriquement et ne peut être traversée par un courant ayant une tension inférieure à 0,5 v. On peut donc enrouler des bobines avec du fil d'aluminium et faire toucher les spires consécutives sans avoir à craindre de court-circuit, quand la différence de potentiel entre 2 spires est moindre de 0,5 v. Dans le cas de bobines pour courant continu, même quand le diamètre de la spire est de 1,5 m, la tension entre 2 spires est ordinairement à peine de 0,06 v, de sorte que l'on a un coefficient de sécurité d'au moins 10. Les diverses couches d'une telle bobine doivent être naturellement isolées les unes des autres, car la différence de tension entre deux couches qui se touchent est trop élevée.

Quand une bobine est entièrement enroulée, il est possible de la préparer dans un bain chimique ou électrolytique. En la trempant dans de l'eau pure, on peut obtenir que la couche isolante résiste à plus de 100 v. Dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à une oxydation artificielle, car en service, grâce à l'humidité de l'air, la couche isolante se renforce. Il est donc avantageux pour de grosses bobines à courant continu ou des bobines à courant alternatif dans lesquelles les spires peuvent présenter de fortes différences de potentiel, d'isoler entre elles les diverses couches au moyen d'une substance hygroscopique, comme l'amiante par exemple. Si on utilise une substance moins hygroscopique, comme du papier par exemple, il est bon de mouiller chaque couche de papier avec un pinceau avant de procéder à l'enroulement. Il se forme ainsi rapidement une couche isolante; cependant, dans le cas où la bobine est parcourue par un courant alternatif, la formation de la couche isolante est beaucoup moins rapide; aussi fera-t-on bien, avant d'utiliser une bobine pour courant alternatif, d'y faire circuler pendant un quart d'heure environ du courant continu. L'intensité du courant continu doit être telle que la bobine soit portée par la circulation de ce courant à 100 ou 120° C.

Après une telle préparation, la couche d'isolant pourrait être carbonisée et même, si c'était possible, disparaître complètement, sans que le courant passe d'une couche à l'autre.

Même dans le cas où l'isolant placé entre couches n'est pas hygroscopique, comme par exemple du ruban, que l'on peut employer avec avantage pour du fil fin, il se forme une couche isolante suffisante, et cela plus rapidement que le ruban isolant perd sa propriété isolante.

(1) Communication de M. l'ingénieur HOFFELT à la *Société électrotechnique de Dresde*.



Quand les substances organiques sont décomposées, alors que dans le cas du cuivre il y aurait danger de court-circuit, il n'y a rien à craindre avec l'aluminium. On fera bien de ne pas disposer le ruban isolant en forme de spirale autour des spires, mais de le disposer aussi large et même plus large que ces dernières, car autrement on perdrait inutilement de la place. Donc, quand une bobine d'aluminium est enroulée, on n'a absolument pas à craindre une surcharge, à moins qu'elle n'arrive à faire fondre l'aluminium.

Une bobine avec carcasse en substance combustible peut parfaitement supporter des températures de 400 et 500° C. La propriété de l'aluminium de se polariser dans l'eau permet d'employer ces bobines dans des endroits humides, elles sont tout indiquées pour les tramways et les automobiles. On a manifesté la crainte de voir la couche d'oxyde augmenter tout le temps d'épaisseur sous l'action du courant, mais cela n'est pas le cas, ainsi que le prouve l'emploi de l'aluminium pour les canalisations aériennes. En outre, plusieurs bobines en aluminium sont en service permanent depuis six mois sans que leur résistance ait varié.

D'autre part on pourrait craindre que, quand une bobine d'aluminium est soumise à un choc, quelques spires ne se déplacent et ne viennent se mettre en court-circuit; des essais ont montré qu'aucun court-circuit ne se manifeste, la couche isolante se formant très rapidement.

Jusqu'à présent, la soudure de fils d'aluminium a présenté de grandes difficultés; il faut donc, autant que possible, former une bobine entière d'une seule longueur de fil; cependant il est avantageux de pouvoir souder les extrémités du fil : M. Hopfeld a récemment trouvé un procédé de soudure tel que, si l'on fait des essais de rupture avec un fil soudé, il casse en dehors de la soudure. Une telle soudure peut être faite très simplement et sans appareil spécial. Comme l'aluminium a une conductibilité moins élevée que le cuivre, il faut qu'à nombre de spires égales à résistance égale, la section du fil d'aluminium soit plus forte, mais l'espace occupé par la bobine d'aluminium n'est pas plus grand que celui de la bobine de cuivre car, pour un fil mince, l'enveloppe isolante n'est pas nécessaire, et pour un fil de grande section au lieu d'employer un fil de section circulaire, comme on est obligé de le faire avec le cuivre, à cause de la couche isolante, on peut employer un fil d'aluminium de section rectangulaire. En résumé, une bobine avec fil d'aluminium occupe, toutes propriétés égales, un volume moindre qu'une bobine en cuivre. Dans le calcul d'une bobine, en outre, il ne faut pas oublier que le coefficient de température de l'aluminium est d'environ 10 pour 100 plus faible que celui du cuivre. Il est établi que, pour obtenir une température finale donnée, une bobine en aluminium peut supporter un courant d'environ 20 pour 100 plus intense qu'une bobine en cuivre. Le refroidissement d'une bobine en aluminium peut être augmenté en passant au vernis noir la couche extérieure. Les essais ont montré qu'à charge égale, une bobine d'aluminium ainsi noircie atteignait pour une charge donnée une température stable inférieure de 30 à 45 pour 100, à celle atteinte, dans des conditions identiques, par une bobine en cuivre; les bobines ayant un fort noyau en fer se refroidissent mieux que les autres, et les couches inférieure et supérieure ont une faible différence de température.

La conductibilité pratique du fil d'aluminium est d'environ 28 à 35 pour 100 inférieure à celle du cuivre, de

TABLEAU COMPARATIF DE BOBINES EN CUIVRE ET EN ALUMINIUM

ÉLÉMENTS.	BOBINE A.		BOBINE B.		BOBINE C.		BOBINE D.		BOBINE E.		CIRCUIT D'EXCITATION D'UNE DYNAMO A COURANT CONTINU DE 400 KW, 450 V, 110 T : M 10 BOBINES.	
	Cu.	Al.	Cu.	Al.	Cu.	Al.	Cu.	Al.	Cu.	Al.	Cu.	Al.
Diamètre intérieur de la bobine, en mm	20	20	20	20	20	20	100	100	150	150	420	420
Diamètre extérieur de la bobine, en mm	45	45	45	45	45	45	200	200	250	250	550	550
Largeur de la bobine, en mm.	80	80	80	80	80	80	70	70	100	100	350	350
Hauteur de l'enroulement, en mm	11	12	11	8	11,5	12	48,5	42	49	46	65	60
Diamètre du fil nu, en mm.	0,4	0,5	0,2	0,25	2	2,3	1,5	1,6	2,5	2,7	3,7	4,0
Diamètre du fil isolé, en mm	0,53	»	0,3	»	2,3	»	1,8	»	2,9	»	»	»
Nombre de spires	3170	3200	9600	9600	170	170	1026	1052	578	575	1230	1232
Longueur du fil, en m	306	320	930	845	16,6	16,6	480	460	363	353	1750	1740
Résistance à froid, en ohms.	42,4	46	510	485	0,092	0,11	4,75	4,8	1,29	1,34	2,76	3,10
Résistance à chaud, en ohms	52,5	53	630	550	0,14	0,123	5,8	5,6	1,6	1,52	3,60	3,60
Poids du fil, en kg	0,380	0,187	0,280	0,185	0,510	0,205	7,9	3,56	15,9	7,7	1680	750
Prix du fil y compris l'isolement, en fr	2,88	1,19	3,50	1,31	2,25	1,04	2,75	1,96	5,38	4,05	5500	3937,5
Économie de poids, en centièmes	50		55		60		55		51		830 kg.	
Économie de prix de revient, en centièmes	59		59		40		28		25		1562,5 fr pour les 10 bobines.	

sorte que le diamètre d'un fil d'aluminium est d'environ 18 à 23 pour 100 plus grand.

Le champ d'emploi de telles bobines est naturellement très étendu. Ces bobines peuvent être utilisées pour des dynamos, moteurs, lampes à arc, appareils télégraphiques et téléphoniques, sonneries, et dans tous les cas où l'on a jusqu'ici employé des bobines en cuivre. Ces bobines conviennent particulièrement pour les ventilateurs généralement disposés dans des endroits très chauds, où l'isolement des bobines en cuivre est rapidement attaqué.

On peut les employer avec avantage dans les petites machines que l'on n'osait pas utiliser pour de hautes tensions, par exemple 440 v, dont les bobines d'excitation shunt étaient trop coûteuses.

Le fil d'aluminium est également avantageux dans le cas de grandes machines et donne une grande économie de poids et de dépense, et en même temps plus de sécurité de fonctionnement. L'aluminium convient aussi aux lampes à arc, dont les bobines sont soumises à de très hautes températures.

Le tableau ci-dessus donne des chiffres comparatifs pour diverses bobines en cuivre et en aluminium; l'on voit que les économies de poids et de dépenses réalisées avec l'emploi de l'aluminium ont une certaine importance. F. L.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La nouvelle réglementation des automobiles. — On vient de publier le rapport de la Commission royale sur cette question, nous en donnerons les points principaux :

1° On supprime la limite de la vitesse fixée jusqu'à présent à 32 km par heure pour les automobiles légères on imposera seulement une limite de 20 km par heure partout où il y a des passages dangereux, tels que pentes rapides, traversée des villes et villages, etc. Cette limite de 20 km par heure sera indiquée dans les petites villes et les quartiers populeux par des poteaux indicateurs, et à Londres et dans les autres grandes villes par des avis insérés dans les journaux;

2° On limitera la vitesse des automobiles lourdes, pesant 2000 à 3000 kg, à 8 km par heure;

3° On édictera des peines sévères contre un automobiliste qui ne sera pas arrêté lorsqu'un accident se sera produit par sa faute;

4° Une partie du produit de la taxation des automobiles sera consacrée à l'amélioration des routes. Une administration centrale distribuera les fonds prélevés par ce moyen aux différentes autorités locales;

5° Quelques droits et facilités nouvelles seront donnés aux autorités locales pour obtenir le déplacement des obstacles empêchant de découvrir de loin les voitures sur les routes en rase campagne;

6° Quelques modifications seront apportées à la loi quant au dommage causé par le trafic sur les routes principales;

7° Un récépissé des taxes versées devra toujours accompagner l'automobile. Des plaques d'identité un peu plus grandes que celles qu'on emploie jusqu'à présent, seront fournies par l'autorité locale seulement, elles devront en porter la marque;

8° Le service des contributions aura le droit de peser toute automobile. La définition du poids d'une automobile, chargée ou à vide, sera modifiée. On s'arrangera pour que le public puisse connaître facilement le nom et l'adresse du propriétaire de toute automobile;

9° Les propriétaires d'automobiles seront pénalisés si, après enquête, il est prouvé qu'ils ont aidé leur chauffeur à conduire leur automobile d'une façon dangereuse;

10° La production de vapeur ou de fumée sur la voie publique est interdite.

Quant à la taxation des automobiles, il a été décidé que :

1° Les motocycles payeront 25 fr par an;

2° Les automobiles ne pesant pas plus de 600 kg paieront 52,50 fr par an;

3° Les automobiles d'un poids compris entre 600 et 750 kg paieront 79 fr par an;

4° Les automobiles pesant de 750 à 1250 kg paieront 130 fr par an;

5° Et enfin les automobiles de plus de 1250 kg paieront 210 fr par an.

Les automobiles pour le commerce ou pour un service public ne paieront que la moitié de ces impôts.

Système à unités multiples par un seul fil. — MM. Harding et Martin, de New-York, ont trouvé un moyen ingénieux de manœuvrer un train à unités multiples en ne se servant que d'un seul fil. Tous les systèmes à unités multiples ont exigé jusqu'à présent deux ou plusieurs fils et en quelques cas il fallait confectionner des câbles à plusieurs conducteurs. La tendance vers les hautes tensions a poussé les inventeurs à réduire le nombre de fils pilotes et ils ont pu les ramener à un seul. Chaque voiture est munie d'un ou plusieurs solénoïdes enroulés différentiellement, le point central de l'enroulement étant relié au fil pilote. Lorsque le combinateur est à la position zéro, le courant circule à travers l'enroulement différentiel du solénoïde dont une des extrémités communique avec le rail ou le trolley, l'autre avec la terre, il ne se produit alors pas d'attraction. Lorsque le fil pilote est relié au rail de prise de courant, la moitié de l'enroulement du solénoïde sur chaque car est en court-circuit et le fil plongeur est attiré dans un certain sens. Lorsque le combinateur relie au contraire le fil pilote à la terre, l'autre enroulement du solénoïde différentiel devient actif et le plongeur est attiré de l'autre côté. Puis lorsque le combinateur est ramené à la position zéro, le plongeur reprend sa position primitive. Il



paraît que l'on peut ainsi manœuvrer toute espèce de circuit à distance et obtenir pour tous les moteurs la marche avant, l'arrêt, la marche arrière, rien qu'en changeant le potentiel du fil pilote.

Un nouveau type de condenseur. — Il existe à Wallasen, près de Liverpool, deux installations de condensation qui possèdent quelques points intéressants. L'une traite 17 775 kg de vapeur par heure, tandis que l'autre qui est plus petite traite 6666 kg par heure. Les deux installations sont nouvelles et elles ont été construites et installées par la Hudson Economiser C° de Manchester sous la dénomination Hudson Holehouse. Le principe est le suivant : la vapeur d'échappement de la machine est amenée à l'une des extrémités du condenseur consistant en une grande chambre métallique de forme cylindrique et divisée dans l'intérieur par des lames en trois compartiments. La vapeur, en entrant dans le premier compartiment qui est d'un grand volume, se détend et, par suite, toute l'huile, la graisse et les autres impuretés tombent au fond de la chambre où elles sont reprises par une petite pompe à graisse. Puis la vapeur monte et circule autour de la chambre voisine. Dans cette chambre l'eau d'alimentation est amenée par un tuyau spécial (cette eau rencontre la vapeur et se trouve portée à la même température, tandis que les impuretés tombent au fond). De cette chambre l'eau est reprise par les pompes d'alimentation. Après avoir été purifiée, la vapeur passe dans une autre chambre où elle rencontre un jet d'eau lancé dans la direction opposée et qui achève de la condenser.

La vanne d'arrivée d'eau de condensation est réglée par un flotteur, de sorte que le niveau de l'eau dans le condenseur est maintenu constant. L'eau chaude est enlevée par une pompe aspirant au fond de la chambre à condensation, tandis qu'une pompe à air enlève l'air par le haut.

Dans la plus petite installation, les pompes à eau et à air sont du type vertical, actionnées par la vapeur et munies d'un régulateur central, tandis que dans la plus grande installation les deux pompes sont du type horizontal, les pompes à eau étant du type à plongeur et les pompes à air du type ordinaire avec des soupapes à chaque bout. Les pompes à eau envoient le liquide chaud dans des tours de refroidissement, d'où l'eau est reprise de nouveau par la succion du vide dans le condenseur et ainsi de suite. Par ce moyen l'eau nécessaire pour la condensation est réduite à un minimum.

Un vide correspondant à 68,75 cm de mercure est maintenu constamment sous une charge variable provenant de la traction ou de l'éclairage. Dans ces conditions l'eau d'alimentation sort à une température de 100° Fahrenheit tout à fait exempte de graisse.

Les tours de refroidissement sont un peu plus petites, car on ne les a pas agrandies en proportion de la nouvelle installation de condensation; les résultats cependant sont assez bons, ce qui montre que ce type de condenseur constitue un progrès sur le type ordinaire à jet ou à surface; il comprend de plus un séparateur de graisse et un réchauffeur d'eau d'alimentation, il occupe moins d'espace que les autres types.

Le condenseur est particulièrement convenable pour être employé avec des turbines à vapeur, car un vide élevé y est maintenu malgré des variations de charge très grandes et soudaines, ce qui permet de traiter un très grand volume de vapeur.

Le dynamomètre Sellers. — M. Sellers, de Londres, vient de réaliser un dynamomètre pour faciliter les mesures au frein. Il consiste en un levier à l'un des bouts duquel est un bloc de frein en bois qui roule sur de petits galets attachés à un dynamomètre à ressort. Le levier est placé au-dessous de la poulie, avec le bloc pressant contre le bord de la poulie et le point d'appui reposant sur le plancher. On applique la charge en plaçant un poids sur la partie la plus longue du levier, on l'augmente et on l'ajuste en le faisant glisser le long du levier tandis que le dynamomètre indique l'effort appliqué au bord de la poulie. La friction des roues sur le bloc de frein n'a aucun effet appréciable sur les mesures.

C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 23 juillet 1906.

Sur la mobilité des ions produits par la lampe Nernst. — Note de M. L. Bloch, présentée par M. Lippmann. — La conductibilité de l'air au voisinage des métaux et des oxydes métalliques incandescents est un fait établi par de nombreuses recherches [1]. Mais la mobilité des ions qui se produisent dans ces circonstances a été peu étudiée. Dans le cas du platine incandescent, Mac Clelland [2] a trouvé des mobilités beaucoup plus faibles que celles des ions produits par les rayons Röntgen. Nous avons cherché à déterminer la mobilité des ions produits par le filament Nernst, c'est-à-dire par un mélange d'oxydes incandescents.

La lampe Nernst employée (0,5 A 95 v) porte un brûleur dernier modèle composé d'une spirale de chauffage aplatie reposant sur un socle en porcelaine et d'un filament proprement dit placé à une distance de 1 mm environ au-dessus de la spirale. Pendant la période de chauffage, la spirale seule est incandescente, et l'on peut constater qu'elle donne déjà lieu à une ionisation notable. Nous avons essayé d'étudier cette ionisation en nous servant d'une lampe hors d'usage dont le filament avait été détruit. Mais on est arrêté dans les

[1] Mac Clelland, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, t. X, 1900, p. 241 et t. XI, 1901, p. 296. — Richardson, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, t. XI, 1902, p. 286. — Wehnelt, *Ann. de phys.*, t. XIV, 1904, p. 425. — *Phil. Mag.*, t. X, juillet 1905.

[2] *Loc. cit.*

mesures par le fait que la spirale de chauffage n'a pas été prévue pour supporter longtemps un courant intense et vient à brûler au bout d'un temps variable. Toutes les expériences qui suivent portent sur l'ionisation due au filament seul.

La méthode employée est la méthode ordinaire des courants gazeux. L'aspiration des gaz se fait au moyen d'une trompe à eau. La lampe est placée sous un chapeau de porcelaine muni d'une tubulure latérale, également en porcelaine, qu'on rattache directement par un caoutchouc très court au tube à mobilités. On a dû renoncer à l'emploi d'un chapeau métallique pour éviter les échauffements excessifs par conduction, qui sont une cause d'irrégularité dans les mesures. Les lectures de courants se font au moyen d'un électromètre Curie très sensible. Les débits gazeux sont directement fournis par un compteur à gaz.

Il est possible de se servir du tube à mobilités soit pour construire des courbes de saturation, soit pour construire les courbes de Zeleny. Les premières représentent la variation du courant recueilli dans un condensateur cylindrique en fonction du voltage, les secondes représentent la variation en fonction du voltage du courant recueilli dans la seconde partie d'un condensateur cylindrique double. Chacune de ces deux sortes de courbes, qui se contrôlent l'une l'autre, permet une mesure des mobilités.

Pour éviter qu'une partie des ions ne se perde avant d'atteindre le tube à mobilités, il conviendrait de supprimer tout champ électrique entre le filament et le chapeau. Cette condition ne peut être réalisée parce que le filament lui-même est le siège d'une variation de potentiel. Il importe du moins que le champ parasite reste *invariable* au cours des expériences. A cet effet, on tapisse *intérieurement* le chapeau d'une feuille de clinquant reliée au tube; on relie en même temps au tube (sans interposition de résistances liquides) un des pôles du filament, ainsi que la garniture métallique de la lampe. De cette façon, lorsqu'on fait varier le potentiel du tube à mobilités, le champ électrique qui environne la lampe demeure invariable.

Dans ces conditions, on constate que *les phénomènes dépendent essentiellement du pôle du filament relié au tube* (¹) :

1° Pôle positif relié au tube : le courant négatif est *énorme*, le courant positif *sensiblement nul*.

2° Pôle négatif relié au tube : le courant positif est *énorme*, le courant négatif est très notable, mais beaucoup *moins grand* que dans le cas précédent.

Ces phénomènes peuvent s'interpréter, au moins dans leurs grandes lignes, en faisant intervenir le champ électrique qui existe entre le filament et le chapeau. D'ailleurs les effets fournis par les ions négatifs se sont trouvés exactement les mêmes, à l'intensité près, quel que soit le pôle de la lampe relié au chapeau.

Afin d'éliminer les effets perturbateurs dus à l'échauffement progressif du chapeau et du tube, on a construit les courbes de saturation en procédant d'abord par voltages croissants, puis par voltages décroissants, et prenant la moyenne des deux séries. Les courbes de Zeleny ont été construites en n'allumant la lampe que pendant le temps d'une lecture et laissant refroidir 10 ou 15 minutes entre deux lectures. Les résultats obtenus par les deux procédés sont parfaitement comparables.

(¹) M. Fleming (*Phil. Mag.*, mai 1906), en plaçant une lampe Nernst dans l'axe d'un cylindre métallique, dit n'avoir observé qu'une conductibilité unipolaire (négative) du filament vers le cylindre.

L'inspection des courbes de saturation, comme celle des courbes de Zeleny, montre que les ions présents dans l'air puisé au voisinage de la lampe Nernst n'ont pas tous même mobilité, sans doute parce que l'appareil n'a pas partout la même température. Les mobilités moyennes, tant des ions négatifs que des ions positifs, semblent voisines de 0,30 mm, avec des valeurs qui peuvent atteindre 0,35 mm pour les ions les plus mobiles, et descendre au-dessous de 0,15 mm pour les ions les moins mobiles (qui sont aussi les moins nombreux).

Il était intéressant de rechercher si la mobilité moyenne varie lorsque, au lieu de la mesurer *à chaud*, on la mesure *à froid*.

A cet effet, le chapeau de porcelaine est directement relié à un grand récipient métallique d'une capacité de 50 litres environ. Les gaz qui ont traversé ce récipient passent par un serpentin en cuivre muni d'un réfrigérant à eau, où ils achèvent de se refroidir. Ils sont reçus dans un second récipient, d'une capacité de 65 litres environ, et passent de là dans l'appareil à mobilités, semblable à celui qui a été employé jusqu'ici, mais de capacité beaucoup plus grande. Le chapeau garni de métal, les deux récipients, le serpentin et l'un des pôles du filament sont reliés au sol. Le second récipient est relié au tube par un raccord de caoutchouc de 50 cm de longueur, et le champ parasite assez faible qui existe dans cette région est sans action appréciable sur les ions qui ont perdu une grande partie de leur mobilité.

Les courbes de saturation obtenues dans ces conditions, en opérant sur les gaz complètement refroidis, ont une allure semblable à celle des courbes obtenues à chaud, seulement les tensions qui correspondent au même degré de saturation sont 5 fois supérieures à ce qu'elles étaient auparavant. En faisant cette réduction, tenant compte du changement de capacité de l'appareil et de la nouvelle valeur du courant gazeux, on obtient des mobilités voisines de 0,02 mm. La mobilité obtenue à froid est donc du même ordre que celle qui a été déterminée pour les gros ions dans le cas des gaz de la flamme (¹).

L'étude expérimentale des transmissions télégraphiques. — Note de M. Devaux-Charbonnel, présentée par M. H. Poincaré. — L'étude des phénomènes qui accompagnent la propagation du courant est des plus importantes pour la télégraphie. Si l'on connaissait le rôle joué par les constantes de la ligne et de l'appareil, on pourrait, en les modifiant, améliorer les transmissions d'une manière rationnelle. La question a bien été résolue d'une façon générale au point de vue mathématique, mais elle n'a pas encore reçu une forme qui permette de l'adapter commodément aux cas assez compliqués de la pratique. En l'état actuel de nos connaissances, une étude expérimentale paraît être appelée à rendre des services aussi bien au praticien pour le renseigner sur le rôle des organes qu'il a à utiliser qu'au théoricien pour le fixer

(¹) Voy. E. Bloch, *Journal de physique*, nov. 1905.



sur l'ordre d'importance des différents facteurs du problème.

Nous avons cherché à nous rendre compte, au moyen de l'oscillographe de M. Blondel, des diverses phases de la propagation du courant et nous donnons ci-après les premiers résultats auxquels nous sommes arrivé.

Vitesse de propagation — Le front de l'onde se propage avec la vitesse que lui assigne la théorie. On sait qu'en désignant par γ et λ la capacité et la self-induction linéaires de cette vitesse est

$$v = \frac{1}{\sqrt{\gamma\lambda}}.$$

On déduit des valeurs déterminées expérimentalement :

	Lignes en cuivre.	Lignes en fer.
γ.	0,009 microfarad par kilomètre	0,009 microfarad par kilomètre
λ.	0,002 henry par kilomètre	0,006 henry par kilomètre
v.	236 000 km par seconde	136 000 km par seconde

Cette vitesse est bien celle que donne l'expérience. Elle est inférieure à celle de la lumière, parce que le conducteur n'est pas isolé dans l'espace. La capacité est augmentée de près de moitié, à cause des surfaces conductrices voisines et, pour le fer, la self-induction est triplée à cause de la perméabilité du métal.

Ligne sans appareil. — Quand il n'y a aucun appareil sur la ligne, dès que le front de l'onde arrive à l'extrémité, le courant apparaît avec une valeur assez grande, supérieure parfois à la moitié de celle qui correspond au régime permanent. La courbe présente un maximum quand la quantité

$$\delta = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

est voisine de 3 (R, L et C représentent la résistance, la self-induction et la capacité totales).

La période variable paraît terminée au temps

$$\theta = \sqrt{CL}.$$

Ligne avec appareil. — En local, sur un circuit ne comprenant qu'une pile et un appareil, le régime permanent est atteint en pratique au bout du temps

$$t = 4\frac{L_1}{R_1}$$

(R_1 et L_1 résistance et self-induction de l'appareil).

Quand l'appareil est relié à une ligne aérienne, ce temps est considérablement réduit. La durée du régime variable paraît pouvoir être représentée par la formule

$$T = \sqrt{CL} + \frac{3}{4}\frac{L_1}{R_1}.$$

Cette formule, d'un caractère essentiellement empirique, a été vérifiée pour des lignes composées de parties aériennes de 200 à 1000 km, comprenant une section souterraine de 7 à 8 km à chaque extrémité et accouplées à des appareils Morse et Baudot.

Elle a une certaine importance, car l'expérience montre que, pour être correctement reçus, les signaux doivent se succéder à un intervalle tel que le régime variable qui correspond à l'un d'eux soit achevé au moment où le suivant apparaît. Le temps T représente donc en pratique la durée la plus courte que l'on puisse donner à un signal et, par conséquent, il définit la vitesse de transmission maxima.

Dans toutes les expériences, le facteur δ avait une valeur supérieure à l'unité. La théorie montre que cette condition est nécessaire pour que la self-induction de la ligne joue un rôle utile et compense la capacité. En restant dans ces limites, la vitesse de transmission sera d'autant plus grande que l'on pourra attribuer des valeurs plus faibles à la capacité et à la self-induction. La capacité des lignes aériennes est pratiquement indépendante de la nature et du diamètre du fil, mais la self-induction est plus élevée pour les lignes en fer. Les lignes en cuivre présentent donc un avantage marqué sur ces dernières.

Pour les lignes souterraines et sous-marines, la valeur élevée de la capacité nuit à la vitesse des transmissions. Il y aura intérêt à les modifier, de manière à leur donner des qualités semblables aux lignes aériennes. On a déjà proposé d'augmenter artificiellement leur self-induction en intercalant des bobines sur le conducteur ou en l'enveloppant d'un ruban de fer doux. Si l'on pouvait donner à δ une valeur voisine de l'unité, on arriverait à tripler le rendement des lignes de moyenne longueur et à doubler celui des plus grands câbles sous-marins.

Quant à la résistance, et le fait est digne de remarque, elle ne semble jouer qu'un rôle secondaire dans la durée du régime variable et n'intervenir que pour fixer la valeur du courant en régime permanent.

Pour le récepteur, sa capacité, toujours très faible, paraît négligeable en pratique. Il intervient, par sa constante de temps, dans la valeur de T et il en constitue, en général, la part principale. Un relais Baudot ordinaire y introduit la valeur 0,0052 seconde, alors qu'une ligne en cuivre de 500 km ne donne que 0,0021. Il y a donc le plus grand intérêt, pour la télégraphie rapide, à trouver des récepteurs dont la self-induction soit aussi réduite que possible.

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

CONGRÈS DE LYON

(1er *au* 7 *août* 1906)

3e ET 4e SECTIONS. — NAVIGATION, GÉNIE CIVIL ET MILITAIRE

(SUITE [1])

La traction électrique sur les chemins de fer, par M. Auvert, *Ingénieur principal à la Compagnie P.-L.-M.* — Depuis longtemps déjà les ingénieurs électriciens de tous les pays ont compris que l'électricité pourrait, sous certaines conditions, être avantageusement utilisée à la traction sur les chemins de fer.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 351 du 10 août 1906, p. 359.

De nombreuses et patientes recherches tant théoriques que pratiques, de coûteuses expériences ont été faites, et elles ont été suivies d'un certain nombre d'applications.

Quelques-unes de celles-ci n'ayant pas donné dans la pratique les résultats économiques que leurs promoteurs en attendaient, les adversaires du nouveau mode de traction ont pu, par une généralisation quelque peu hâtive, conclure que l'électricité, excellente pour la traction sur les tramways urbains ou interurbains et sur les chemins de fer métropolitains ne pourrait jamais faire une concurrence sérieuse à la vapeur pour la traction sur les grandes lignes.

Une telle conclusion est d'autant moins justifiée, que les mauvais résultats économiques auxquels je viens de faire allusion proviennent de ce fait qu'on s'est généralement borné à appliquer aux chemins de fer les procédés de traction couramment employés sur les tramways ou les métropolitains, où les réseaux sont beaucoup moins étendus en longueur et où la circulation est relativement très régulière.

Or, si on laisse de côté les métropolitains où l'emploi de l'électricité présente des avantages spéciaux qui la font préférer à la vapeur en dehors de toute considération économique, il convient de remarquer que les tracteurs mécaniques pour tramways à vapeur ou à air comprimé laissent généralement beaucoup à désirer, ils sont peu économiques tant au point de vue de la consommation qu'à celui de l'entretien.

Dans ces conditions, la substitution de la traction électrique [1] à ces procédés de traction surannés a réalisé un grand progrès à tous les points de vue.

Sur les chemins de fer au contraire, la traction à vapeur est arrivée aujourd'hui à un haut degré de perfection et les locomotives à vapeur modernes constituent de merveilleux engins grâce auxquels le prix moyen de la tonne-kilomètre est descendu à un taux remarquablement bas, malgré l'accroissement de la vitesse de marche.

Il résulte de ce qui précède que les anciens procédés de traction électrique qui avaient triomphé sans conteste sur les tramways et dans lesquels on avait cherché avant tout la simplicité et la légèreté, souvent au détriment de l'économie de fonctionnement, ne peuvent lutter avec la traction à vapeur sur les chemins de fer, sauf dans des cas spéciaux où la question d'économie doit être laissée au second plan.

Emploi du courant continu. — Jusqu'à ces dernières années, tant en Europe qu'en Amérique, on faisait exclusivement usage, sur les tramways électriques, du système de traction à courant continu dont les dispositions caractéristiques sont les suivantes :

Production de l'énergie électrique dans une station centrale soit directement sous forme de courant continu à la tension de 500 à 600 v, soit sous forme de courants alternatifs triphasés à haute tension transmis par une canalisation spéciale dans des sous-stations où ces courants triphasés sont transformés en courant continu à la tension de 550 à 600 v, au moyen de transformateurs statiques et de convertisseurs.

Distribution du courant continu aux véhicules moteurs au moyen d'une canalisation généralement aérienne et d'un contact glissant; cette canalisation peut d'ailleurs, suivant les cas, recevoir des dispositions variées (systèmes à caniveau, systèmes à contacts superficiels, etc.).

Utilisation du courant continu dans des moteurs à excitation série pouvant être groupés de diverses façons, mais toujours réglés au moment des démarrages et changements de vitesse, au moyen de résistances intercalées dans le circuit principal.

Quand on a voulu passer de la traction sur les tramways à la traction sur les chemins de fer, on a tout naturellement cherché à utiliser le même système et on s'est d'abord contenté d'augmenter considérablement la puissance des moteurs et les dimensions des divers accessoires de réglage et de contrôle.

Quant au conducteur de prise de courant, comme il ne pouvait être maintenu aérien en raison de ses dimensions et de son poids, on l'a constitué à l'aide d'une barre d'acier, généralement un rail, placée le long de la voie sur des supports isolants fixés aux traverses; et de là est venu le nom de système à troisième rail.

En même temps on a, dans certains cas, modifié le système usuel de liaison des moteurs aux roues motrices de manière à atténuer autant que possible les réactions dues aux inégalités de la voie, réactions d'autant plus à craindre que les moteurs sont plus lourds et que la vitesse est plus élevée.

Le système de traction à courant continu, tel qu'il vient d'être décrit fonctionne bien au point de vue mécanique, mais il présente deux défauts très graves, d'abord son prix élevé de premier établissement et d'exploitation dû à la nécessité d'installer le long des voies un grand nombre de sous-stations pour alimenter le troisième rail, en second lieu et principalement le mauvais rendement de l'ensemble de l'installation. Ce mauvais rendement tient d'une part à la perte considérable d'énergie dans les conducteurs de distribution, causée par les énormes intensités qu'on est obligé d'employer, et d'autre part à la perte d'énergie dans les résistances de démarrage et de réglage de la vitesse. Ces dernières pertes sont relativement peu importantes pour des trains directs, mais elles deviennent considérables pour des trains à arrêts fréquents.

La tension de distribution employée dans les installations de traction à courant continu est ordinairement limitée à 600 v, parce qu'il est difficile d'établir et surtout d'entretenir des moteurs électriques de traction à courant continu fonctionnant convenablement et sûrement à une tension notablement plus élevée.

D'autre part, pour une tension plus haute, on ne peut plus employer un conducteur de grande section placé près du sol à cause du danger et des difficultés d'isolement et on est contraint de revenir au conducteur aérien, lequel doit nécessairement avoir une section relativement faible.

Une des installations les plus intéressantes de traction à courant continu où il est fait usage d'une tension notablement supérieure à 600 v, est celle du chemin de fer de Saint-Georges-de-Commiers à La Mure.

Sur ce chemin de fer, on emploie des locomotives munies de 4 moteurs à 600 v montés en tension.

Le courant est transmis aux locomotives par deux fils aériens entre lesquels existe une différence de tension de 2400 v, et qui sont en contact avec deux trolleys distincts connectés chacun avec une des extrémités du groupe des quatre moteurs. Le milieu du groupe formé par les quatre moteurs est relié à la terre c'est-à-dire à la voie, de sorte que la différence de tension maxima du système par rapport à la terre, est égale à 1200 v seulement.

Ce procédé a l'avantage de diminuer les difficultés d'isolement des moteurs, mais par contre il a l'inconvénient grave d'exiger l'emploi de deux fils aériens distincts, ce qui complique beaucoup l'établissement des lignes de prise de courant au droit des aiguillages, croisements, etc.

Il permet l'alimentation, au moyen d'une seule usine génératrice, d'une petite ligne de longueur et de trafic modérés, mais il ne résout nullement le problème général de l'applica-

[1] Par l'expression *traction électrique*, j'entends parler des procédés de traction électrique qui comportent le transport de l'énergie électrique depuis une station centrale jusqu'aux véhicules moteurs à l'aide de conducteurs sur lesquels s'appuient un ou plusieurs contacts glissants. Je laisse de côté le procédé de traction électrique par accumulateurs portés par le véhicule moteur, parce que ce système, qui présente toutes sortes d'inconvénients, est le plus coûteux de tous.

tion de la traction électrique sur les grandes lignes; d'autre part, l'utilisation de l'énergie électrique recueillie par les locomotives se fait d'une manière aussi défectueuse que dans le système ordinaire lors des démarrages et variations de vitesse.

Emploi des courants triphasés. — Pour transporter économiquement l'énergie électrique à de grandes distances, il est nécessaire d'employer des tensions aussi élevées que possible.

Partant de cette idée, d'importantes Sociétés de constructions électriques ont cherché à appliquer à la traction la transmission par courants alternatifs triphasés qui se prête très bien à l'emploi des tensions élevées.

Ce système de traction électrique, encore assez peu répandu et dont les applications les plus importantes ont été faites sur la ligne de la Valteline, en Italie, et à la traversée du tunnel du Simplon, comporte l'emploi de trois conducteurs dont deux sont aériens et isolés, le troisième conducteur étant constitué par la voie.

Les moteurs montés sur les véhicules ou les locomotives sont triphasés du type dit asynchrone.

Ces moteurs peuvent sans difficultés spéciales être construits pour fonctionner à une tension élevée, de sorte qu'il est possible d'opérer la transmission de l'énergie au moyen de conducteurs de sections réduites et par suite d'alimenter une ligne de grande longueur par une seule station génératrice, sans faire usage de sous-stations comme dans le système à courant continu.

Toutefois, si on peut se passer de sous-stations proprement dites, il est nécessaire d'établir le long de la ligne de nombreux postes de transformateurs statiques, de manière à maintenir à un taux convenable la tension sur les fils de prise de courant.

Les moteurs triphasés en effet, contrairement à ce qui se passe pour les moteurs à courant continu, ne peuvent fonctionner d'une façon satisfaisante que si la tension des courants qui les alimentent reste comprise dans des limites assez étroites; si cette tension baisse, le couple diminue considérablement.

La vitesse angulaire des moteurs triphasés est pratiquement déterminée par la fréquence des courants triphasés qui les alimentent et est, à 2 pour 100 près environ, indépendante de l'intensité du courant qui la traverse lorsque les rhéostats de démarrage sont hors circuit.

Il en résulte que les locomotives triphasés ont une vitesse constante malgré les variations du profil, contrairement à ce qui a lieu dans tous les autres systèmes de traction électrique, et, comme conséquence, doivent avoir une puissance très supérieure à la puissance moyenne.

C'est un grave inconvénient, car la station centrale qui alimente le chemin de fer subit de ce chef des à-coups considérables et doit, de temps à autre, fournir une puissance beaucoup plus grande que la puissance moyenne.

Le prix de premier établissement d'une telle station est forcément élevé, et, si la force motrice est produite par la vapeur, le rendement moyen est nécessairement médiocre.

Pour atténuer l'inconvénient résultant de la constance de la vitesse, on a imaginé divers dispositifs qui, par des modifications dans le groupement des circuits, montage en tandem ou changement dans le nombre des pôles, permettent d'obtenir deux vitesses de régime; mais ces vitesses sont elles-mêmes constantes et bien déterminées et on ne peut passer de l'une à l'autre qu'en faisant usage de résistances de réglage pendant toute la durée du changement de vitesse, ce qui diminue le rendement.

Dans aucun cas, on ne peut varier d'une façon continue la vitesse de marche suivant la nature du profil, en maintenant le rendement sensiblement constant.

L'un des plus grands inconvénients du système de traction par courants triphasés est sans contredit l'obligation d'employer deux conducteurs aériens de prise de courant, ce qui, comme je l'ai déjà fait remarquer à propos du système de traction à courant continu à deux fils aériens employé sur le chemin de fer de Saint-Georges-de-Commiers à La Mure, rend très difficile l'établissement des conducteurs au droit des aiguillages, croisements, etc.

Sur une petite ligne où les gares sont peu développées, il est encore possible de s'en tirer, mais la complication du réseau aérien deviendrait invraisemblable dans une grande gare.

Emploi du courant alternatif simple. — Convaincus que l'emploi des courants alternatifs triphasés ne saurait conduire à la véritable solution du problème de la traction électrique sur les grandes lignes de chemins de fer, un grand nombre d'ingénieurs ont cherché à utiliser dans ce but les propriétés des moteurs à courant alternatif simples à collecteurs, et plusieurs maisons de constructions électriques sont arrivées récemment à créer des types d'un rendement satisfaisant et capables de faire un bon service de traction.

Les avantages théoriques du nouveau système de traction par courant alternatif simple sont évidents :

Emploi d'un seul fil aérien de prise de courant avec *tension aussi élevée* qu'on le désire.

Réduction de la tension sur les véhicules moteurs au moyen de transformateurs statiques, ce qui supprime les difficultés d'isolement des diverses parties des moteurs.

Possibilité de graduer à volonté la tension effective d'alimentation des moteurs, en faisant usage de transformateurs ou d'auto-transformateurs sectionnés ou de régulateurs d'induction, ce qui permet de diminuer considérablement les pertes d'énergie électrique lors des démarrages et des variations de vitesse.

Grande souplesse des moteurs qui peuvent fonctionner également bien à des vitesses différentes et sont à ce point de vue comparables aux moteurs série à courant continu.

Plusieurs applications du système simple avec diverses variantes, ont été faites récemment aux États-Unis et en Europe sur des lignes secondaires qui, au point de vue des puissances mises en jeu sur les véhicules moteurs sont plutôt comparables à de grands tramways interurbains qu'à de véritables chemins de fer.

Le fonctionnement pratique de ces installations paraît satisfaisant, mais on n'a pas encore publié de renseignements précis au sujet des rendements réels en service sur lesquels on peut compter, toutes pertes déduites.

Encouragés par ces premiers résultats favorables, plusieurs constructeurs ont pensé que la solution du problème de la traction électrique sur les grands chemins de fer serait donnée par l'emploi des moteurs monophasés et ont orienté résolument leurs recherches dans cette nouvelle direction.

Parmi eux, il convient de citer en première ligne la Société américaine Westinghouse, qui a terminé, en mai 1905, la construction d'une grosse locomotive électrique monophasée qu'elle a montrée aux membres du Congrès des chemins de fer sur les voies des ateliers de Pittsburg.

Cette locomotive, destinée à la traction des trains de marchandises, a une puissance de 1350 chevaux.

Elle est composée de deux trucks accouplés montés chacun sur trois essieux tous moteurs, soit six essieux moteurs en tout, et pèse 123 tonnes métriques environ.

Chacun de ces essieux est muni de roues de 1,524 m et actionné au moyen d'une transmission à engrenages, par un moteur monophasé refroidi par ventilation artificielle, d'une puissance de 225 chevaux.

En examinant la locomotive ci-dessus, on constate qu'on a utilisé d'une façon complète tout l'espace dont on pouvait disposer entre les roues et qu'il aurait été impossible de

loger des moteurs plus volumineux sur les essieux considérés.

Plus récemment, la Compagnie Westinghouse a entrepris l'électrification d'une partie de la ligne du chemin de fer de New-York, New-Haven et Hartford au moyen de locomotives électriques monophasées directement alimentées par un fil aérien à la tension de 11 000 volts.

Les nouvelles locomotives, destinées à la traction des trains de voyageurs, pèsent environ 78 tonnes et sont montées sur deux bogies moteurs munis de roues de 1,575 m de diamètre.

Sur chaque essieu est enfilé un moteur monophasé à action directe, refroidi par ventilation artificielle, d'une puissance normale maximum de 185 kilowatts, ce qui donne 740 kilowatts comme puissance maximum de la locomotive.

Dés deux exemples ci-dessus, il paraît ressortir d'une manière évidente que, pour le moment du moins, il est impossible de loger un moteur monophasé de plus de 190 poncelets sur un essieu muni de roues atteignant 1,575 m de diamètre. La puissance maxima d'un moteur de ce type serait naturellement moindre pour un diamètre de roue plus faible.

Les locomotives à courant continu construites par la *General Electric C°*, de Schenectady, pour le chemin de fer du New-York Central and Hudson River, sont munies de 4 essieux moteurs, comme celles du chemin de fer de New-York, New-Haven et Hartford, et ces essieux, qui sont munis de roues de 1,117 m seulement, sont actionnés chacun par un moteur à courant continu à action directe, d'une puissance normale maximum de 550 chevaux, de sorte que les locomotives électriques du New-York Central, qui ont un poids de 90 tonnes, ont une puissance normale maximum de 2200 chevaux.

On voit par ce qui précède qu'on a pu loger un moteur à courant continu non ventilé de 550 chevaux sur un essieu muni de roues de 1,117 m seulement, tandis qu'on n'a pu loger qu'un moteur de 250 chevaux à courant alternatif monophasé sur un essieu muni de roues de 1,575 m, et encore à la condition de le refroidir par ventilation artificielle.

On ne pourrait arriver à construire de très puissantes locomotives à moteurs monophasés qu'en employant un grand nombre d'essieux moteurs, 8 au moins pour une locomotive de 2000 chevaux, d'où il résulte que ce système, indépendamment de toute autre considération, ne peut conduire à une solution satisfaisante du problème de la traction électrique sur les chemins de fer, *lorsqu'il est nécessaire de remorquer des trains lourds à grande vitesse sur une ligne à profil difficile.*

J'ai laissé complètement de côté la question, pourtant fort importante, du rendement total qu'aurait une grande installation de traction à moteurs monophasés car, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, on n'a encore rien publié de précis à ce sujet.

EMPLOI SIMULTANÉ DU COURANT ALTERNATIF SIMPLE ET DU COURANT CONTINU. — Les moteurs à courant continu sont ceux qui conviennent le mieux lorsqu'il est nécessaire d'avoir sur chaque essieu une puissance élevée, et, d'autre part, en employant du courant alternatif simple à haute tension, on peut transmettre facilement à de grandes distances une quantité considérable d'énergie.

Partant de ces données, on a cherché à établir des locomotives électriques dont les essieux seraient actionnés par des moteurs à courant continu et auxquelles l'énergie électrique serait amenée depuis la station centrale sous forme de courant alternatif simple au moyen d'un seul conducteur aérien isolé, le deuxième conducteur étant constitué par les rails de la voie.

Les ateliers d'Oerlikon ont construit sur ce principe une locomotive électrique d'essai d'une puissance de 500 chevaux qui recueille sur un fil aérien isolé du courant alternatif monophasé à la tension de 14 000 volts environ.

Ce courant actionne un moteur asynchrone qui fait tourner une dynamo génératrice à courant continu et le courant continu ainsi obtenu est envoyé dans les moteurs des essieux.

La dynamo génératrice est à excitation indépendante et variable et peut produire une tension variable à volonté depuis zéro jusqu'à 600 volts.

Le fonctionnement de l'ensemble est satisfaisant en ce sens que le démarrage se fait avec la plus grande facilité, sans à-coups et sans perte d'énergie dans des résistances.

Il en est naturellement de même du réglage de la vitesse.

Bien qu'il y ait une double transformation sur la locomotive de l'énergie électrique en travail mécanique et *vice versa*, le rendement du système est certainement meilleur que dans une installation ordinaire à courant continu et le *rapport* moyen entre la puissance mécanique mesurée à la jante des roues motrices de la locomotive et l'énergie électrique produite dans la station centrale sous forme de courant monophasé à haute tension peut certainement atteindre 64 pour 100.

Malgré les avantages ci-dessus, ce système ne paraît pas constituer la véritable solution du problème général de la traction électrique parce que le poids et surtout l'encombrement des moteurs générateurs, sont nécessairement très élevés, ce qui rendrait bien difficile l'établissement des très puissantes locomotives qui sont ou qui vont devenir indispensables sur les chemins de fer, en raison de l'augmentation continue du poids et de la vitesse des trains; mais le principal inconvénient du système de transformation du courant alternatif en courant continu par moteur générateur est le manque de stabilité de ce dernier appareil.

Si en effet, pour une cause quelconque, le courant alternatif à haute tension cesse de parvenir à la locomotive, *même pendant un temps très court*, le moteur freiné par la dynamo génératrice à courant continu qu'il conduit se ralentit instantanément et s'arrête presque aussitôt, même si le courant à haute tension lui est ensuite rendu.

Aucun des systèmes électriques connus ne nous ayant paru capable de lutter avec la vapeur, sauf dans des cas spéciaux, comme la traction sur de très fortes rampes ou sous de longs tunnels, nous avons été conduits, à propos d'une application particulière de la traction électrique projetée sur une des lignes de la Compagnie P.-L.-M., à étudier un nouveau système dont je vais exposer brièvement les dispositions caractéristiques.

Aucune décision n'a encore été prise au sujet de l'application en question, mais la Compagnie P.-L.-M. a fait procéder à des essais préliminaires très importants en vue de vérifier l'exactitude des principes qui servent de base au nouveau système et de déterminer par expérience les coefficients qu'il conviendrait d'employer lors de la construction des locomotives électriques.

Nous avons vu tout à l'heure que, parmi tous les systèmes de traction examinés, celui qui comporte l'emploi du courant alternatif simple à haute tension pour le transport de l'énergie électrique depuis la station centrale jusqu'aux locomotives, puis la transformation du courant alternatif en courant continu à tension variable pour actionner les moteurs des essieux est le seul qui allie l'économie dans le transport de l'énergie électrique, à la facilité et à l'économie de l'emploi de cette énergie sur les locomotives; pour qu'il soit pratique, il convient d'opérer la transformation du courant monophasé en courant continu au moyen d'appareils ayant une grande stabilité de fonctionnement et un volume suffisamment réduit pour pouvoir être installés sur les locomotives.

C'est ce problème que j'ai résolu, grâce à l'emploi d'un nouvel appareil, le *redresseur-régulateur*, que j'ai étudié en collaboration avec F. Ferrand, ingénieur du Service central du matériel de la Compagnie P.-L.-M.

Ce redresseur, dans la description duquel je ne puis entrer ici, est un appareil composé de pièces *tournantes* et de pièces fixes qui reçoit l'énergie électrique sous forme de courant

alternatif simple et la restitue sous forme de courant continu, *sans qu'il ait été nécessaire de passer par la double transformation d'énergie électrique en travail mécanique, puis de travail mécanique en énergie électrique*, comme cela a lieu dans les moteurs générateurs.

Un faible travail mécanique est cependant indispensable en pratique pour faire fonctionner l'appareil, mais seulement pour vaincre les frottements des pièces en mouvement sur les pièces fixes, ainsi que la résistance de l'air, et ce travail est absolument indépendant de la puissance du courant redressé que l'on recueille; il est le même à vide, à pleine charge ou en surcharge, et la partie tournante du redresseur, une fois lancée, ne se ralentit que lentement en cas d'interruption du courant alternatif, parce que sa force vive est considérable par rapport à l'effort retardateur provenant des résistances passives, les seules en jeu.

Il en résulte en pratique une très grande stabilité.

Ce *redresseur* est appelé aussi *régulateur* parce qu'il permet non seulement de transformer du courant alternatif en courant continu, mais aussi de régler à volonté la tension de ce courant continu tout en laissant constante la tension du courant alternatif reçu. Ce réglage se fait depuis zéro jusqu'à la tension maximum sans perte d'énergie, par simple modification du calage des frotteurs servant à recueillir le courant continu sur la partie tournante de l'appareil.

Un appareil d'essai d'une puissance effective de 500 kilowatts a été construit à la fin de l'année 1904, pour le compte de la Compagnie P.-L.-M., dans les ateliers Schneider et Cie, à Champagne-sur-Seine et a pu être soumis à une première série d'expériences et de mesures en mai et en avril 1905 dans la station centrale du chemin de fer métropolitain à Bercy, où le courant alternatif dont nous avions besoin a été mis à notre disposition.

Ces premiers essais, dont les résultats ont été exposés en détail dans la *Revue générale des Chemins de fer et Tramways* (n° d'octobre 1905) ont permis de constater que le redressement et le réglage du courant se faisaient dans d'excellentes conditions et que la stabilité de l'appareil était parfaite.

La commutation était très satisfaisante et le rendement total, constaté par des mesures précises faites avec des appareils enregistreurs dépassait, *toutes pertes comprises*, 88 pour 100 pour un débit de 400 kw, 86 pour 100 pour un débit de 200 kw, et 79 pour 100 pour un débit de 100 kw.

Le rendement était d'ailleurs à peu près indépendant de la tension du courant continu fourni par l'appareil, ce qui montre que le réglage de la tension se faisait sans perte sensible d'énergie.

Une deuxième série d'essais vient d'être faite récemment avec le redresseur-régulateur par la Société d'électricité Alioth, dans ses ateliers de Münchenstein près Bâle, en vue de compléter les essais que nous avons faits à Paris en 1905 et d'élucider certains points spéciaux qui avaient été primitivement laissés de côté.

On a vérifié ainsi qu'on pouvait sans aucune difficulté alimenter avec du courant redressé des moteurs à excitation séparée et qu'on pouvait aussi, à l'aide du redresseur-régulateur, transformer du courant continu à tension variable en courant alternatif à tension constante.

Il résulte de ce qui précède que, grâce à l'emploi des redresseurs-régulateurs, on pourra facilement construire des locomotives électriques dans lesquelles la dépense d'énergie électrique sera exactement proportionnée à la production du travail mécanique au moment des démarrages et pendant la marche normale et qui jouiront aussi de la propriété précieuse de restituer au réseau, sous forme de courant alternatif, l'énergie disponible correspondant à la diminution de force vive lors des ralentissements, ou au travail de la gravité pendant la descente des pentes.

En raison de l'extrême modérabilité des redresseurs-régulateurs, on pourra régler la vitesse sur les pentes et ralentir les trains presque jusqu'à l'arrêt complet sans faire usage des freins mécaniques.

En résumé, en combinant les propriétés du courant continu avec celles du courant alternatif, il est aujourd'hui possible de construire des locomotives électriques d'une puissance très considérable, plus grande que celle des plus fortes locomotives à vapeur; avec ces nouvelles locomotives, le coût de la traction électrique ne serait, dans beaucoup de cas, pas plus élevé que le coût de la traction à vapeur sur les profils faciles et, sur les profils accidentés, grâce à la récupération, il deviendrait très nettement inférieur.

(A suivre.)

BIBLIOGRAPHIE

Les Tremblements de terre, par E. Guarini. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1905-1906. — Format : 24×16 cm; 26 pages. — Prix : 2 fr.

Vingt-six pages pour deux francs, c'est cher! Je sais bien que, pour dorer un peu la pilule, on a augmenté d'une dizaine de pages, sans compter les dessus et dessous de la couverture, l'épaisseur de la plaquette par la longue série d'annonces et d'articles bibliographiques des plus engageants relatifs aux nombreuses productions analogues de l'auteur : L'Électricité dans les Mines, L'Électricité agricole, Les Chemins de fer belges,... et tout le *tremblement*; je sais bien aussi que le travail vient de loin, que le voyage est coûteux et que tout se paie; mais, c'est égal, c'est un peu cher. Ces quelques pages ont du moins, cependant, le mérite de la couleur locale, et elles se justifient mieux, à ce titre, que la plupart des productions antérieures de l'auteur dont on ne s'expliquait pas le long détour fait pour arriver jusqu'à nous. — Bref, cette étude a pour titre et véritable sujet : *Les tremblements de terre, leur origine électrique possible, les tremblements de terre au Pérou*. Or, cette possibilité d'origine électrique, si elle n'est pas d'une conception absolument neuve, est au moins intéressante et digne de fixer l'attention. Le Pérou et le Chili étant d'ailleurs des lieux d'élection de ces phénomènes, nul n'est mieux à même d'en parler que le professeur de Lima. Cette étude est toutefois un peu courte et nous sommes surpris que, à l'occasion des sismographes, l'auteur ne paraisse pas connaître et, en tout cas, ne cite pas *La Registrazione dei Terremoti* de son compatriote M. Giovanni Agamennone, dont nous avons parlé au commencement de cette année. Son livre ne serait-il pas encore parvenu à Lima? — Enregistrons, en tout cas, cette contribution, *topique* cette fois, à l'étude de phénomènes d'autant plus effrayants qu'ils sont encore moins connus et impossibles à prévoir. E. Boistel.

Lichtstrahlung und Beleuchtung, par Högner. — *F. Vieweg und Sohn*, Brunswick, 1906. — Format : 215 × 135 mm; 66 pages. — Prix : 3,75 fr.

« Rayonnement et Éclairage », tel est le titre de ce huitième volume de l'*Électrotechnique par monographies* publiée sous la direction du Dr Benischke. Il a pour objet de faciliter à l'électricien l'établissement des projets et l'exécution des éclairages par arcs, notamment en ce qui concerne le choix, la distribution et la déterminetion d'intensité desdits foyers.

La première partie traite du rayonnement lumineux des surfaces et des corps. Elle montre, à l'aide de quelques exemples, comment le rayonnement de la lumière dans l'espace, le flux lumineux. aussi bien que l'intensité lumineuse moyenne, peuvent se calculer d'après la forme et la nature de la surface du corps lumineux. La seconde partie « Éclairage » donne des règles pour la répartition des lampes et la prédétermination de l'éclairement moyen à en obtenir; des tableaux résumant de nombreux cas fournissent, comme on le voit par divers exemples, des résultats rapidement utilisables dans la pratique. On y trouve également des règles simples et des tableaux donnant la rapide solution des problèmes relatifs à l'éclairage des grands espaces.

Comme le dit l'auteur, il ne faut pas cependant s'attendre à trouver ici, plus que dans les autres domaines de la technique, des règles absolument mathématiques de prédétermination exacte. On le peut d'autant moins que l'effet cherché, au point de vue de l'éclairage aussi bien que de l'éclairement (qui correspondent tous deux au même mot allemand), dépend de divers facteurs étrangers et extérieurs tels que la qualité des charbons, le soin de l'installation, le service et l'état des lampes, la transparence des globes, la couleur des plafonds et parois, etc. L'application des règles données dans cet opuscule permet toutefois d'approcher aussi près que possible de l'effet voulu, quand on a préalablement déterminé, avec toute l'exactitude que comporte la pratique, les divers facteurs dont il dépend. On ne peut guère, industriellement, demander plus.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

365 074. — **Société Houry et Filleul-Brohy.** — *Perfectionnements aux fils et câbles* (10 avril 1906).

365 180. — **Castel et Courval.** — *Interrupteur de courant* (12 avril 1906).

365 191. — **Société Ateliers Thomson-Houston.** — *Nouveau rhéostat* (13 avril 1906).

364 978. — **Londei.** — *Appareil pour l'électrolyse des métaux* (6 avril 1906).

365 135. — **Ropiquet.** — *Appareil de mesure des rayons X* (26 mars 1906).

364 925. — **Société Siemens et Halske.** — *Procédé pour la fabrication de corps incandescents* (5 avril 1906).

364 984. — **Lowenherz.** — *Commutateur pour lampes portatives* (6 avril 1906).

365 075. — **Cervenka.** — *Lampe à arc* (10 avril 1906).

365 129. — **Ateliers de constructions électriques de Charleroi.** - *Lampe à arc* (19 mars 1906).

364 188. — **Société Deutsche Gasglühlicht A. G.** — *Fabrication de lampes à incandescence à corps lumineux métallique* (12 avril 1906).

365 386. — **Parsons.** — *Induit de dynamo* (18 avril 1906).

365 414. — **Parsons.** — *Refroidissement pour dynamos* (19 avril 1906).

365 201. — **Laille.** — *Interrupteur automatique pour courants alternatifs* (13 avril 1906).

365 209. — **Besser.** — *Interrupteur électrolytique pour circuits électriques* (13 avril 1906).

365 223. — **Neu.** — *Système de protection des lignes aériennes de transport d'énergie à haute tension* (13 avril 1906).

365 327. — **Gubler.** — *Socle pour la réception de mâts en bois de conduites électriques aériennes* (17 avril 1906).

365 390. — **Neu.** — *Dispositif de protection pour transformateurs électriques* (18 avril 1906).

365 402. — **Richard.** — *Galvanomètre à deux ou plusieurs sensibilités différentes* (19 avril 1906).

365 405. — **Siemens et Halske.** — *Câble sous-marin avec enveloppe en plomb* (19 avril 1906).

365 406. — **Gebruder Siemens et Cie.** — *Procédé de fabrication d'électrodes pour la lumière par arc électrique avec conducteur métallique* (19 avril 1906).

365 208. — **Petersson.** — *Four électrique pour le traitement de gaz par l'arc soumis à des actions électro-dynamiques ou électro-magnétiques* (13 avril 1906).

365 238. — **Rittmeyer.** — *Appareil électrique transmetteur de signaux* (6 février 1906).

365 261. — **Schimansky.** — *Procédé pour la fabrication d'empreintes en plomb destinées au clichage galvanoplastique par la reproduction sous pression de l'original dans une feuille de plomb doublée d'un support mou* (27 mars 1906).

365 339. — **Drissler.** — *Perfectionnements dans les localisateurs des rayons X employés en radiothérapie* (18 avril 1906).

365 423. — **Lambert.** — *Cuve électrolytique* (17 avril 1906).

365 506. — **International Telegraphic Call C°.** — *Mécanisme sélecteur pour postes d'appel télégraphiques et autres applications* (25 avril 1906).

365 625. — **Compagnie d'appareils électriques.** — *Microtéléphone perfectionné* (26 mars 1906).

365 440. — **Compagnie internationale d'électricité.** — *Moteur à courant continu auto-régulateur de puissance pour récepteurs à travail variable tels que trains de laminoirs et autres* (20 avril 1906).

365 481. — **Cance.** — *Genre de plaques ou électrodes pour accumulateurs électriques* (21 avril 1906).

365 450. — **Gobert.** — *Isolateur avec chambre étanche de sécurité pour entrée de poste et d'abonnés* (20 avril 1906).

365 492. — **Viault.** — *Perfectionnements aux interrupteurs* (23 avril 1906).

365 509. — **Gaiffe.** — *Condensateurs à isolants fluides ou pouvant être rendus fluides par une légère élévation de température* (23 avril 1906).

365 559. — **Bujon.** — *Relais électrique multiple* (24 avril 1906).

365 456. — **Hille et Muller.** — *Procédé pour traiter des plaques de métal et pour les munir de couches métalliques pour l'électrolyse* (21 avril 1906).

365 584. — **Sager.** — *Appareil pour le chauffage électrique de l'eau* (25 avril 1906).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Société des forces motrices de la Haute-Durance. — Cette Société a été constituée le 19 février 1906. Elle a pour objet : l'établissement et l'aménagement d'une chute d'eau, au moyen de la dérivation des eaux de la Durance, sur les territoires des communes de La Saulce, Lardier, Vitrolles, Monétier et Ventavon, arrondissement de Gap (Hautes-Alpes); la construction, l'installation et l'exploitation d'une usine destinée à utiliser la force motrice produite par la chute d'eau, ainsi créée; la location, la vente et la distribution à distance de cette force motrice; toutes opérations se rattachant aux industries hydrauliques et électriques; et, généralement, toutes opérations industrielles, commerciales, financières et immobilières pouvant être nécessaires ou utiles à la réalisation des affaires de la Société.

Le siège de la Société est établi à Paris, rue Pillet-Will, 8. Il peut être transféré en tout autre endroit, à Paris, par simple décision du Conseil d'administration et en toute autre ville, en vertu d'une délibération de l'Assemblée générale.

La durée de la Société est fixée à soixante années, à compter du jour de sa constitution définitive.

M. Chabrand, fondateur, apporte à la Société : 1° les études, travaux et accords de toute nature, faits en vue de la constitution, de l'organisation et du fonctionnement de la Société; 2° la concession faite à l'apporteur d'un droit de prise d'eau dans la Durance, suivant décret du 29 décembre 1904, telle qu'elle résulte de ce décret; 3° le bénéfice des promesses de vente que le fondateur a pu obtenir, pour tous les terrains nécessaires à la construction de la prise d'eau du canal, y compris les emplacements des cavaliers des terres en excès, de la chambre de mise en charge et de l'usine; 4° le bénéfice de tous accords qu'il a pu passer avec la Société de l'Énergie du Littoral méditerranéen, en vue de la vente de l'énergie; le bénéfice de toutes autorisations administratives, ou autres, qu'il a pu obtenir à ce jour, ou qu'il est en voie d'obtenir, et relatives à la création de la force motrice et à son transport à Marseille.

En représentation et pour prix de cet apport, il est attribué à l'apporteur : 1° 4000 actions de 250 fr, libérées, de la Société; 2° 1750 parts de fondateur, faisant partie des 4500 parts créées sous l'article 8 des statuts.

Le fonds social est fixé à la somme de 5 500 000 fr, représentée par 22 000 actions de 250 fr chacune. Le capital social peut être augmenté, et dans toute augmentation par la création d'actions à souscrire en espèces, les propriétaires des actions composant alors le capital social auront, à la souscription des nouvelles actions, un droit de préférence proportionnel au nombre de leurs actions, dans la limite fixée par l'Assemblée générale et dans les formes déterminées par le Conseil d'administration.

Les parts de fondateur peuvent toujours être rachetées, en totalité ou en partie, en vertu des décisions de l'Assemblée générale; mais le rachat n'est obligatoire pour les porteurs de parts qu'après l'expiration de la sixième année, ou avant ce délai, en cas d'augmentation du capital. Le prix du rachat, s'il est obligatoire, sera fixé pour chaque part à 15 fois son produit moyen annuel calculé sur tous les dividendes répartis, non compris le moins élevé; il sera au moins de 200 fr par titre.

La Société est administrée par un Conseil composé de 6 membres au moins et de 12 au plus. Les administrateurs sont nommés pour six ans, sauf l'effet du renouvellement. Le premier Conseil est nommé pour six ans et ce n'est qu'à l'expiration de son mandat que le Conseil renouvelé est soumis au renouvellement partiel annuel.

Il est nommé chaque année en Assemblée générale un ou plusieurs commissaires chargés de remplir les fonctions déterminées par la loi du 24 juillet 1867. S'il y a plusieurs commissaires, ils peuvent agir conjointement ou séparément.

Chaque année il est tenu une Assemblée générale dans les six mois qui suivent la clôture de l'exercice. Elle se compose de tous les actionnaires possédant 10 actions au moins. Elle doit comprendre un nombre d'actionnaires représentant au moins le quart du capital social. Si elle ne réalise pas cette condition, une nouvelle Assemblée est convoquée à quinze jours au moins d'intervalle de la première et elle délibère valablement quelle que soit la portion du capital représentée.

L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre. Par exception le premier exercice comprendra le temps écoulé entre la date de la constitution de la Société et le 31 décembre 1906.

Les produits nets, déduction faite de toutes charges, de tous amortissements, constituent les bénéfices. Sur les bénéfices annuels, il est prélevé : 1° 5 pour 100 pour la réserve légale; 2° la somme nécessaire pour fournir aux actions 5 pour 100 à titre d'intérêt ou de premier dividende sur le capital libéré et non amorti de ces actions.

Il est ensuite alloué 10 pour 100 du surplus au Conseil d'administration.

Et l'excédent est ainsi réparti : 75 pour 100 aux actions et 25 pour 100 aux parts de fondateur. Toutefois sur les 75 pour 100 afférents aux actions il peut être prélevé toutes sommes que l'Assemblée générale sur la proposition du Conseil d'administration juge utile d'affecter à la formation de toutes réserves extraordinaires ou spéciales.

Par exception et jusqu'à la période d'exploitation, il sera payé aux actions un intérêt intercalaire de 3 pour 100 sur les sommes dont elles sont libérées, selon le mode et aux époques déterminées par le Conseil d'administration.

En cas de liquidation : après l'extinction du passif, le solde de l'actif sera employé d'abord au paiement, à toutes les actions, de sommes égales au capital libéré et non amorti; le surplus, s'il y en a, sera réparti à raison de 75 pour 100 aux actions et de 25 pour 100 aux parts de fondateur.

Le premier Conseil d'administration est composé de MM. J.-Clément Aubert, Edmond Bernheim, Paul Certoncini, Valentin Chabrand, Jules Fisch, Édouard Jeramec, Charles de Lomenie, Louis Loucheur, Adrien Palaz, François Pavie et Lucien Pellevoizin.

MM. Marcel Bloch et André Noblemaire ont été choisis pour remplir les fonctions de commissaires.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

57 911. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 353. 10 Septembre 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 87, boulevard St-Michel. — Paris. TÉLÉPHONE 812-89	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

CHANGEMENT D'ADRESSE

A partir du 20 septembre, le Siège de la RÉDACTION de L'Industrie électrique sera transféré chez :

M. É. HOSPITALIER, 212 ter, boulevard Perêire.
(*Porte-Maillot.*) *Paris.*

Nous prions nos Confrères de vouloir bien nous y adresser leurs numéros d'échange.

Tout ce qui concerne l'ADMINISTRATION (abonnements, achats de numéros, annonces, etc.), doit être adressé à

M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, Paris.

INFORMATIONS

L'unification des notations. — Nos lecteurs voudront bien nous pardonner de revenir encore une fois sur cette obsédante question, mais nous ne saurions trop insister sur son importance. Nous sommes actuellement occupé à dépouiller des publications aussi nombreuses que variées pour la mise au point de notre *Formulaire* de 1907, et la diversité des définitions, des notations, des symboles, des formules et des unités nous épouvante. Que celui qui n'a jamais eu à compulser des documents nous jette la première pierre, ou, plutôt qu'il se joigne à nous pour nous aider à obtenir l'unification qui devient chaque jour de plus en plus indispensable, en présence de l'accumulation de matériaux scientifiques et industriels dont la connaissance devient de plus en plus difficile, pour ne pas dire indigeste.

Alternateur à grande fréquence. — On peut obtenir facilement un courant alternatif d'une fréquence de 1100 à 1500 périodes par seconde en utilisant, comme l'indique M. Thos. F. Wall, les variations de flux que produisent les dents de l'induit sur l'inducteur. On dispose à cet effet, sur les faces polaires de l'inducteur une bobine dont l'un des côtés est sur un pôle nord et l'autre sur un pôle sud, dans une position bien symétrique. On peut multiplier à volonté la f. é. m. développée soit en multipliant le nombre de spires, soit en disposant plusieurs sur différents pôles et les couplant en série.

Un moteur denté asynchrone donne exactement le même résultat en enroulant la bobine à volonté sur le rotor ou le stator, et de préférence, au point de vue pratique, sur le stator.

Rhéostats à liquides pour courants alternatifs. — Il est certain que l'emploi de rhéostats à liquides avec électrodes en fer pour courants alternatifs produit, *théoriquement*, un déphasage entre le courant et l'intensité et un facteur de puissance inférieur à l'unité, par suite d'un effet de capacité. M. K. Wallin, de l'École technique supérieure de Stockholm, a cherché à déterminer l'importance de ce déphasage. Avec l'eau distillée, on a fait circuler le liquide entre les électrodes très rapprochées (0,6 mm à 1,5 mm). Les mesures faites avec des ampèremètres, des voltmètres et un oscillographe de Duddell ont montré que ce déphasage était inobservable, et, par suite, absolument négligeable en pratique.

Il est devenu sensible avec une basse tension, pour un courant de 20 ampères et 1 à 1,5 volt avec des solutions de 5, 10 et 15 centièmes de carbonate de soude. Ce déphasage diminue lorsqu'on augmente la tension et devient négligeable à 100 volts. On peut donc employer les rhéostats liquides dans toutes les circonstances de la pratique, avec les courants alternatifs, sans déphasage sensible, même lorsque l'une des électrodes, étant constituée par un simple fil, fonctionne en Wehnelt avec un courant de 40 ampères sous 30 v, le liquide étant en ébullition autour du fil.

Ministère des travaux publics, des postes et des télégraphes. — COMITÉ D'ÉLECTRICITÉ. — Par décret en date du 20 août 1906, rendu sur la proposition du Ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes, le *Comité d'électricité* dont la création a été prévue par l'article 20 de la loi du 15 juin 1906, sur les distributions d'énergie, a été composé ainsi qu'il suit :

15 REPRÉSENTANTS PROFESSIONNELS FRANÇAIS DES GRANDES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES. — M. *Boutan*, directeur de la Compagnie du gaz de Lyon. — M. *Brachet*, directeur du secteur électrique des Champs-Élysées. — M. *Brylinski*, sous-directeur de la Société du Triphasé. — M. *Cordier*, directeur général de la Société « Énergie électrique du littoral méditerranéen ». — M. *Equer*, directeur de la Compagnie générale parisienne de tramways. — M. *Hippolyte Fontaine*, ingénieur électricien, administrateur des ateliers des machines Gramme. — M. *Guillain*, président du Conseil d'administration de la Compagnie française pour l'exploitation des brevets Thomson-Houston. — M. *Harlé*, de la maison Sautter-Harlé et Cie. — M. *Hillairet*, ingénieur constructeur. — M. *Lauriol*, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage de la ville de Paris. — M. *Mascart*, membre de l'Institut, directeur du bureau central météorologique. — M. *Ferdinand Meyer*, directeur de la Compagnie continentale Edison. — M. *Pavie*, directeur général de la Compagnie générale française de tramways. — M. *Picou*, ingénieur des arts et manufactures. — M. *Albert Sartiaux*, ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie du chemin du Nord.

15 FONCTIONNAIRES REPRÉSENTANTS DES ADMINISTRATIONS PUBLIQUES INTÉRESSÉES. — 1° *Administration de l'intérieur.* — M. *Bruman*, conseiller d'État, directeur de l'Administration départementale et communale. — M. *Collomp*, chef du 4e bureau de la direction de l'Administration départementale et communale. — M. *Michaux*, agent voyer en chef de Seine-et-Oise.

2° *Administration des travaux publics.* — M. *Maurice Lévy*, inspecteur des ponts et chaussées de 1re classe. — M. *Monmerqué*, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — M. *Weiss*, ingénieur ordinaire des mines.

3° *Administration des postes et des télégraphes.* — M. *Guillebot de Nerville*, ingénieur des postes et télégraphes, professeur adjoint d'électricité à l'École nationale des ponts et chaussées. — M. *Maureau*, ingénieur en chef des télégraphes. — M. *Devaux-Charbonnel*, ingénieur des télégraphes.

4° *Administration de la guerre.* — M. le lieutenant-colonel *Curmer*, chef de la section technique du génie. — M. le lieutenant-colonel *Bertrand*, directeur du laboratoire des recherches relatives à l'aérostation militaire. — M. le capitaine *Cordier*, professeur adjoint du cours d'artillerie à l'école d'application de l'artillerie et du génie.

5° *Administation de l'agriculture.* — M. *Dabat*, directeur de l'hydraulique et des améliorations agricoles. — M. *Pochet*, inspecteur général de l'hydraulique. — M. *Troté*, chef du service technique hydraulique.

M. *Mascart* a été nommé président du Comité.
M. *Monmerqué* a été nommé secrétaire.

Les installations électriques du canal de Teltow. — Ce canal forme une section de la grande voie qui doit relier Magdebourg à Hambourg. Cette section relie la Sprée près Grunau à la Havel près Potsdam, elle est donc située au sud de Berlin et utilise quatre lacs qui ont du être dragués. Le canal a une largeur de 20 m à la base et 2,5 m de profondeur en basses eaux. Il est aménagé pour être utilisé par des chalands de 65 m de longueur, 8,6 m de largeur et 1,75 m de tirant d'eau, portant 600 tonnes. Sur chaque rive est établi un chemin de halage de 2 m de largeur; 8 lignes de chemin de fer et 37 routes croisent le canal.

A Klein-Machnow une double écluse a été installée qui permet de franchir une différence de hauteur de 1,74 à 3,31 m avec deux bassins contigus de 67 m de long et 10 m de largeur, séparés par une plateforme de 12 m de largeur. L'un des bassins sert à l'autre de réservoir dans le cas où les deux fonctionnent en même temps, l'un éclusant un bateau montant, l'autre un bateau descendant; on n'a donc besoin d'utiliser l'eau d'amont que quand les niveaux sont égaux dans les deux bassins; les portes de ces écluses sont mues électriquement.

L'usine qui fournit le courant pour la manœuvre des écluses, l'éclairage du canal et le halage, alimentera plus tard diverses localités des environs. La puissance nécessaire au fonctionnement du canal varie de 0 (en hiver) à 375 poncelets (pour 2 millions de tonnes de trafic annuel). Dans la centrale de Zehlendorf on a installé deux groupes de turbodynamos de 750 kw chacune et un groupe actionné par un moteur à vapeur à cylindre de 225 kw (pour le service d'hiver).

Quatre chaudières de 205 m² de surface de chauffe peuvent fournir chacun 3600 kg:h de vapeur à 300° C et à la pression de 12 kg:cm². Deux pompes Duplex à action directe chacune pour 450 litres par minute pompent l'eau dans le réservoir placé dans le sous-sol de l'usine.

L'eau prise dans le canal au moyen des pompes de condensation des trois machines est envoyée par une conduite en ciment à un réservoir situé près de l'usine. Dans ce bassin est aménagé un barrage par-dessus lequel coule l'eau qui est ramenée au canal par une conduite en ciment.

Une partie de l'eau est dérivée avant le barrage, passe sur deux filtres à sable et se rend à un réservoir, puis de là à deux bassins alternativement en service, situés au-dessous des pompes alimentaires. La vapeur d'échappement élève sa température à 60° C. Les turbines à vapeur fournies par la Société Escher, Wyss et Cie de Zürich, sont du système Zoelly, ont deux roues et tournent à 3000 t:m; elles sont munies de condenseurs à surface à vide de 95 centièmes; les pompes de condensation sont actionnées par des moteurs triphasés tournant à 60 t:m. La consommation ne doit pas dépasser à pleine charge 8,1 kg de vapeur par poncelet-heure et à demi-charge 9,5. La machine à vapeur de 225 kw a une distribution à soupapes du type Kuchenbecker. Les régulateurs des trois moteurs à vapeur sont réglables du tableau.

Chaque turbine actionne directement un alternateur triphasé de 650 kv-A à 6000 v à la fréquence 50 (à deux pôles) ainsi qu'une machine à courant continu à 4 pôles de 200 kw à 600 v destinée au service du halage et aux cabestans. Le moteur à cylindre actionne un petit alternateur triphasé de 230 kv-A et une dynamo à courant continu de 110 kw.

Les arbres des turbines ont trois paliers boulonnés au bâti, ils sont munis d'un graissage sous pression et refroidis par une circulation d'eau. Une batterie de 56 éléments fournit le courant d'excitation des alternateurs et assure un éclairage de secours. Normalement l'excitation est de 65 volts et est fournie par une commutatrice de 56 kw, tournant à la vitesse de 900 t:m. On n'a pas eu besoin d'installer une batterie tampon pour le halage. Un double système de barres générales dessert le réseau triphasé, muni de limiteurs de tension

et de parafoudres à cames à résistance d'huile. Il y a trois câbles triphasés, desservant l'un la localité de Zehlendorf, l'autre l'écluse et le troisième la sous-station.

Les dynamos sont protégées au moyen de bobines à réaction. Deux transformateurs sont branchés sur les barres générales de l'usine, leur puissance individuelle est de 90 kw-A, et leur tension secondaire de 220 volts, ils fournissent le courant nécessaire au service de la centrale.

Les tableaux sont disposés sur une plateforme à 1 m au-dessus du sol, ces tableaux portent les leviers de commande des interrupteurs qui, eux, sont installés dans le sous-sol. Auprès de chaque groupe générateur, sur une colonne, sont groupés les appareils nécessaires à la manœuvre, une quatrième colonne porte les appareils de couplage.

La tension de 6000 volts est maintenue constante, en un centre situé à 4,5 km de l'usine; en ce point est installé un transformateur de mesure, abaissant la tension à 210 volts, les trois bornes du secondaire sont reliées par trois fils à l'usine et aboutissent à un voltmètre, c'est d'après les indications de cet appareil que se fait le réglage à l'usine.

Le courant triphasé est réparti le long du canal au moyen d'une canalisation en boucle, avec câbles placés sous le chemin de halage. La canalisation à courant continu pour le halage provoque une chute maximum de tension de 15 pour 100; à côté du fil de trolley de 65 mm² de section, sont disposés des feeders de 70 mm². En outre, pour le halage, on a disposé, au km 28,6, une sous-station, dans laquelle sont installées deux commutatrices de 150 kw à 1000 t:m. Ces commutatrices donnent du courant continu à la tension de 600 volts, quand la tension du courant triphasé varie entre 5700 et 6400 volts.

Sur la canalisation reliant l'usine à la sous-station sont disposés, tous les 6 km, des limiteurs de tension et des interrupteurs. L'installation électrique a été faite par les ateliers Siemens-Schuckert.

Le canal est divisé pour l'exploitation en quatre parties : 1° de la Havel à Griebnitz, exploitée par remorquage; 2° de Griebnitz à l'écluse, avec halage par locomotive; 3° de l'écluse à Zehlendorf avec remorquage; 4° jusqu'à la Sprée par halage. Il faut ajouter le canal secondaire de Britz-Kanné, exploité au moyen de locomotives de halage.

Dans les parcours 2 et 3, les locomotives parcourent en montant le chemin de halage de droite, puis traversent le canal sur un pont, parcourent le chemin de gauche, puis traversent à nouveau le canal, de sorte qu'elles marchent toujours dans la même direction.

Il y a en tout 20 locomotives et 6 remorqueurs, pour assurer le service de 32 trains de bateaux. L'horaire est établi chaque jour par la direction du canal. Le parcours du canal dure 10 heures et demie.

Pour un trafic annuel de 2 millions de tonnes, les frais d'exploitation se décomposent ainsi qu'il suit, en centimes par tonne-km :

Dépense de courant des locomotives	0,052
Chauffage à l'huile des remorqueurs	0,05
Graissage et chiffons	0,006
Salaires	0,139
Entretien	0,089
Total pour les dépenses d'exploitation	0,366
Intérêts (4,25 pour 100)	0,225
Amortissements	0,089
Total général	0,68

Dans le cas où le trafic serait de 3 millions de tonnes par an les frais s'abaisseraient à 0,51 centime par tonne-km, et pour 4 millions de tonnes, à 0,35 centime par tonne-km.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Bordeaux. — *Traction électrique.* — Au cours de l'une de ses dernières séances, le Conseil municipal a autorisé le maire à passer avec la Compagnie française des tramways électriques et omnibus de Bordeaux les conventions portant avenants au traité de rétrocession en date du 10 août 1901, relatif au réseau des tramways.

Un autre avenant autorise la création d'autres lignes qui utiliseront les voies existantes et nécessiteront la construction de plusieurs tronçons dans le centre de la ville (Quinconces, Cours du 20-Juillet, etc.). De nombreuses modifications seront réalisées pour faciliter les voyageurs sur certaines lignes de la rive gauche et de la rive droite.

Luzarches (Seine-et-Oise). — *Traction électrique.* — Après discussion, le Conseil municipal de cette ville rejette une fois de plus le chemin de fer d'intérêt local avec traction à vapeur et adopte au contraire à l'unanimité le principe du tramway électrique de Saint-Denis à Luzarches.

ÉTRANGER

Alexandrie (Égypte). — *Traction électrique.* — Le tramway qui joint Alexandrie à Ramleh est exploité électriquement depuis peu. L'installation a été faite par la Société Brown Boveri et Cᵉ. Deux machines à vapeur Tosi de 560 poncelets en marche normale et 750 poncelets en surcharge entraînent chacune un alternateur triphasé de 600 kw sous 6500 volts à 25 p:s. Le cylindre à haute pression a 300 mm de diamètre et le cylindre à basse pression 1050 mm; la course est de 1300 mm. La pression de vapeur à l'admission est de 9 kg par cm². L'excitation des alternateurs est assurée par une excitatrice particulière entraînée par une courroie. L'usine génératrice de Karnous contient, en outre, une commutatrice de 350 kw alimentant le réseau de tramways de la ville d'Alexandrie.

De l'usine génératrice part un câble à haute tension de 6,5 km de longueur, prolongé par une ligne aérienne de 12 km aboutissant à la sous-station de Bulkeley. Là, la tension des courants triphasés est réduite à 350 volts pour l'alimentation de commutatrices de 300 kw tournant à une vitesse angulaire de 500 t:m. Le démarrage des commutatrices est assuré par un groupe moteur-générateur formé d'un moteur asynchrone triphasé de 40 kw et d'une dynamo à courant continu de 33 kw.

La sous-station alimente, au moyen de plusieurs feeders, les stations de la ligne comprises entre Alexandrie, Bulkeley et San Stefano.

Madrid (Espagne). — *Stations centrales.* — Le *Bulletin de la Chambre de commerce française de Madrid* publie, sur l'état actuel de l'industrie électrique en Espagne, quelques renseignements empruntés aux statistiques officielles. Ces statistiques ne sont publiées que depuis 1901, elles démontrent que le développement acquis dans une période relativement courte est d'autant plus encourageant que les capitaux espagnols s'y sont intéressés pour une large part.

D'après la dernière statistique publiée, le nombre des usines établies en 1904 était de 1151, représentant une puissance de 99 514 kw. Parmi ces usines, 979 sont antérieures à 1901. La période d'activité la plus intense s'étend en effet de 1898 à

1901 ; pendant ces quatre années, il a été mis en service 435 usines.

Ces usines peuvent se classer d'après le tableau suivant :

Usines fondées	avant 1901	979
—	en 1902	99
—	en 1903	70
—	en 1904	3

L'électricité est surtout utilisée pour l'éclairage. Les usines destinées à la distribution de force motrice n'augmentent que lentement, celles destinées exclusivement à la traction diminuent.

La force motrice employée dans ces usines pour la production de l'énergie se décompose de la façon suivante :

	Nombre d'usines.	Puissance en kw.
1° *Service public* :		
Transport et distribution d'énergie	3	1 487
Force motrice et lumière	114	38 144
Lumière	670	45 577
Traction	8	6 347
Totaux	795	91 555
2° *Service privé* :		
Transport et distribution d'énergie	8	543
Force motrice et lumière	34	3 529
Palais et hôtels	11	251
Éclairage des établissements industriels	302	3 744
Fours et industries	1	90
Totaux	356	7 957

Ces usines sont actionnées principalement par des chutes d'eau ainsi que le témoigne le tableau suivant :

	Nombre d'usines.	Puissance en poncelets.
Machines à vapeur	75	8 000
Machines hydrauliques	148	10 000
Machines à gaz	25	1 400
Machines à vapeur et à eau	42	7 000

Il reste encore beaucoup à faire dans ce pays et tôt ou tard ses richesses naturelles si longtemps méconnues seront utilisées.

CORRESPONDANCE

A propos des formules de correction de l'amortissement dans les appareils de mesure balistiques.

Monsieur le rédacteur en chef de *L'Industrie électrique*,

Je viens de lire, dans le numéro 350 de votre journal l'article signé A. Z. et intitulé : « A propos des formules de correction de l'amortissement dans les appareils de mesure balistiques. »

L'auteur indique trois formules pour déterminer l'élongation ε d'un système oscillant dont l'amortissement serait nul, connaissant les élongations successives ε_1, ε_2, ε_3 de ce système amorti : la formule classique

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left(1 + \frac{\lambda}{2}\right), \qquad (a)$$

la formule approchée

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{4}, \qquad (b)$$

et, enfin, une formule établie par M. Arthur W. Smith

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}\right)^{\frac{1}{4}}. \qquad (c)$$

(*a*), (*b*) et (*c*) donnent des résultats sensiblement concordants pour $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$ compris entre 1 et 0,8 et, contrairement aux indications du tableau de l'article en question, (*a*) et (*c*) donnent bien encore le même résultat, l'infini, pour $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0$ (λ étant alors infini).

Toutefois, aucune de ces trois formules n'est rigoureusement exacte et, en réalité, on trouve, en faisant les hypothèses habituelles (décharge instantanée, résistances passives proportionnelles à la vitesse, etc.).

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{\frac{\lambda}{\pi} \text{arc tg} \frac{\pi}{\lambda}}. \qquad (d)$$

En supposant λ très petit vis-à-vis de π, on a sensiblement :

$$\varepsilon = \varepsilon_1 e^{\frac{\lambda}{2}}. \qquad (1)$$

La formule (*a*) se déduit de celle-ci en développant $e^{\frac{\lambda}{2}}$ en série et en se bornant aux deux premiers termes :

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left(1 + \frac{\lambda}{2}\right) = \varepsilon_1 \left(1 + \frac{1}{4} \log_e \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}\right). \qquad (2)$$

La formule (*b*) se déduit de (2) en supposant $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}$ suffisamment voisin de l'unité et développant en série, en se bornant au premier terme :

$$\log_e \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}\right)\right] = -\log_e \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}.$$

Enfin, la formule (*c*) est identique à la formule (1) car

$$\lambda = \frac{1}{2} \log_e \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3},$$

(*a*), (*b*) et (*c*) ne sont donc théoriquement valables, que pour autant que l'hypothèse $\frac{\lambda}{\pi}$ très petit est réalisée, et (*c*) paraît alors la formule la plus exacte. Lorsque λ croît, l'exactitude de (*c*) diminue et celle de (*a*) augmente. En effet,

$$\frac{\lambda}{\pi} \text{arc tg} \frac{\pi}{\lambda}$$

est plus petit que $\frac{\lambda}{2}$ et, en prenant $\left(1 + \frac{\lambda}{2}\right)$ à la place de $e^{\frac{\lambda}{2}}$, on prend également une quantité trop petite ; il y a donc une espèce de compensation. Ainsi, pour les valeurs 0,8 et 0,01 de $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$ on trouve :

$\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1}$	(*a*)	(*b*)	(*c*)	(*d*)
0,8	1,0558	1,050	1,057	1,05469
0,01	2,1513	1,25	3,162	1,985.

La différence entre les valeurs fournies par (*a*) et par (*d*), n'est encore, dans le cas déjà extrême où $\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_1} = 0{,}01$, que de 8,5 pour 100 environ. Il semble donc que la formule classique donne, en moyenne, les résultats les plus exacts dans des limites très étendues.

Veuillez agréer, etc.

Aimé Willame.

L'UNIFICATION DU LANGAGE ET DES NOTATIONS TECHNIQUES

Il y a aujourd'hui vingt-cinq ans que nous luttons, avec plus d'énergie que de succès, hélas! pour obtenir l'unification nationale et internationale des notations techniques. Si nous ne rencontrons plus l'hostilité des pontifes de la science, nous nous heurtons encore à l'indifférence du plus grand nombre et à la toute-puissance de la routine dans un pays qui, — il y a un siècle, il est vrai, — créait et adoptait le système métrique et décimal qui a servi de base au système C.G.S.

Un long chemin a été parcouru cependant, depuis cette époque, et si nous désespérons de voir nos Sociétés savantes ou industrielles et nos grandes écoles techniques suivre le mouvement qui est, en partie, leur raison d'être, nous comptons davantage sur l'initiative privée de nos ingénieurs, de nos auteurs de livres techniques et de nos confrères amis du progrès pour faire aboutir la réforme à laquelle nous nous sommes attelé, et qui peut se résumer en une formule :

LA TYRANNIE DES MOTS POUR LA CLARTÉ DES IDÉES.

C'est aux partisans de cette devise que nous dédions cette revue des progrès réalisés depuis un quart de siècle; les autres nous excuseront, puisque nous sommes encore en vacances.... É. H.

Le besoin d'informations, qui semble bien une caractéristique de notre époque, trouve son expression la plus haute dans l'ordre des connaissances scientifiques. Des publications bien documentées assurent une diffusion rapide de ces connaissances dans tous les pays, grâce à des traductions; mais ces traductions mêmes sont incomplètes. Les connaissances d'ordre scientifique ne prennent toute leur valeur que lorsqu'elles sont réductibles en expressions mathématiques. Or, l'algèbre elle-même est une langue : les symboles, représentatifs des quantités physiques, y jouent le même rôle que, dans la langue usuelle, les mots, symboles des choses. Chaque auteur, est assurément maître de choisir à volonté ses symboles et ses notations; mais alors il crée une langue algébrique qui lui est personnelle, et que son lecteur devra pénétrer avant de pouvoir comprendre son travail. N'est-il pas bien évident qu'une notation uniforme, nationalisée et même, si possible, internationalisée, simplifierait singulièrement le travail de lecture et de compréhension? A défaut d'une langue usuelle internationale appliquée aux sciences, comme l'a été le latin autrefois, l'emploi de notations uniformes apporterait du moins un résultat du même ordre pour l'expression algébrique concrète des phénomènes, expression qui est la manifestation et la formule essentielles de leurs lois.

C'est assurément dans ces considérations qu'il faut chercher la raison profonde de l'importance qu'ont paru prendre récemment ces questions de notations et de symboles; et l'on comprend ainsi combien elles s'élèvent au-dessus d'une vaine question de forme, et pourquoi les meilleurs esprits dans tous les pays n'ont pas dédaigné d'en faire l'objet de leurs études.

Pour apprécier le progrès qu'apporterait l'uniformisation des notations dans toutes les branches des connaissances humaines, il suffit de se figurer ce que serait son absence dans certaines d'entre elles. En chimie, par exemple, où le langage symbolique est complètement uniformisé et internationalisé, imagine-t-on un instant quel inextricable travail serait la lecture de la moindre équation symbolique, avec des notations personnelles, variables d'un auteur à un autre? C'est évidemment la totale impossibilité pratique d'employer simultanément plusieurs langues chimiques différentes qui a déterminé l'adoption universelle de la notation des premiers chimistes français, et le vocabulaire international correspondant figure en tête des traités de chimie écrits dans toutes les langues.

Dans les arts dérivant des sciences physiques, la notation peut sembler, au premier examen, d'importance moindre, mais ce n'est qu'une apparence. La formule algébrique ou symbolique est l'expression la plus générale que puisse recevoir une loi physique; elle est indépendante de tout système de mesure et restera également rigoureuse, que les unités employées soient le mètre ou le pouce ou toute autre unité conventionnelle. Elle revêt ainsi un caractère de généralité qui justifie tous les efforts faits pour créer le vocabulaire de cette langue spéciale.

Une telle tentative se heurte à des difficultés. La principale est sans doute d'exiger de chacun la renonciation à d'anciennes habitudes et à des dénominations, vicieuses suivant les nouvelles conventions, mais auxquelles un usage parfois séculaire constitue une sorte de droit acquis. C'est cependant une condition indispensable du progrès, lequel ne va pas sans imposer quelques sacrifices. Cette soumission à une discipline volontaire doit d'ailleurs être légère dans le pays qui a créé le système métrique et puissamment contribué à la généralisation du système décimal, et qui doit tenir à honneur de persévérer dans la voie qu'il a ouverte, et où se sont engagées à sa suite la plupart des nations civilisées.

L'unification des définitions et symboles des principales grandeurs, de leurs unités et abréviations, ne nécessite aucune innovation. Il suffit, soit d'observer des prescriptions légales, telles que celles du Décret du 20 juillet 1903, soit de se rallier à des décisions du

Bureau international des poids et mesures, et à celles de divers Congrès tenus dans ces dernières années.

On trouvera en annexes les textes officiels de ces divers documents.

Nos propositions se résument donc à l'adoption d'un petit nombre de règles très simples de formation, règles ayant pour objet d'éviter toute confusion entre les quantités physiques et leurs symboles, d'une part, les unités de mesure et leurs abréviations, d'autre part.

RÈGLES DE FORMATION DES GRANDEURS, DES UNITÉS ET DE LEURS NOMS

I. *Grandeurs ou quantités physiques.* — 1° « Dans la « définition d'une grandeur ou quantité physique, il ne « doit entrer que des grandeurs. »

Exemple : La vitesse est définie comme le quotient d'une *longueur* par un *temps*. Mais il serait incorrect de la définir comme la longueur parcourue par seconde; en effet, d'une part, une vitesse n'est pas une longueur, d'autre part, la seconde, *unité* de temps, ne doit pas figurer dans la définition d'une grandeur, laquelle ne change évidemment pas lorsqu'on change conventionnellement l'unité de temps.

2° « En dehors des noms consacrés par l'usage, « chaque grandeur a un nom générique. »

Exemples : La profondeur, l'épaisseur, l'altitude, etc., sont des noms consacrés par l'usage et parfaitement légitimes, pour des quantités qui sont des *longueurs*. Le terme longueur est le nom générique de toutes les quantités de cette nature.

3° « Une grandeur qui n'a pas de nom générique spé- « cial reçoit un nom générique dérivé du quotient ou du « produit des grandeurs qui entrent dans sa définition. « La grandeur formée au moyen du quotient de deux « autres prend le nom de la première suivi de l'adjectif « formé du nom de la deuxième (1). »

Exemples : Une barre homogène, de section uniforme, a une *masse linéaire* déterminée et constante; quotient de la masse par la longueur correspondante. Cette quantité est évidemment la même pour une barre donnée quelles que soient les *unités* employées; elle s'exprimera différemment suivant les unités choisies, mais la quantité physique « masse linéaire » en reste bien indépendante.

La « *densité* » est le nom générique spécial d'une quantité, qu'à défaut de ce nom, on appellerait évidemment, d'après la règle précédente, la « *masse volumique* ».

(1) Voici les adjectifs que nous adopterons pour les grandeurs les plus usitées :

Pour la longueur : *linéaire*;
Pour la surface : *surfacique* ou *sectionnelle*;
Pour le volume : *volumique*;
Pour la masse : *massique*;
Pour le temps : *temporique*;
Pour la puissance : *puissancique*;
Pour l'énergie ou le travail : *ergétique*.

« La grandeur formée au moyen du produit de deux « autres prend le nom composé formé de ceux des deux « grandeurs réunis par un trait d'union ».

Cette règle est d'application assez rare, la presque totalité des grandeurs usuelles ayant reçu des noms spéciaux. La *quantité de mouvement* par exemple, est la « masse-vitesse »; l'*impulsion* est la « force-temps ». Mais des applications particulières pouvant amener à considérer des quantités complexes sans noms spéciaux, la règle de formation précédente permet de les dénommer sans ambiguïté en même temps que de les définir.

II. *Symboles.* — « Les grandeurs entrant dans les « formules seront représentées de préférence par des « symboles en lettres *italiques*, *grecques* ou *rondes*. » « L'uniformisation des symboles quoique très désirable, « ne peut être réglementée d'une manière absolue. Les « tableaux annexés reproduisent ceux qui sont les plus « généralement usités, et auxquels il conviendrait de se « conformer dans la mesure du possible ».

L'emploi exclusif des caractères italiques, grecs ou de ronde pour les symboles algébriques est dès maintenant adopté par un grand nombre de publications techniques. Il donne une grande clarté à la lecture, en différenciant nettement les symboles des abréviations, et en les mettant bien en évidence lorsque le texte, imprimé en romain, contient des références à ces symboles. Les abréviations sin, cos, log, etc., restent composées en caractères romains.

Il n'y a dans tout ceci qu'une question de police typographique; elle n'a d'autre objet que d'apporter l'uniformité nécessaire en même temps que le meilleur aspect et la plus grande clarté des textes.

Pour ne pas multiplier indéfiniment le nombre des symboles, nous formerons ceux des grandeurs dérivées qui n'en ont pas un spécial, en groupant dans une parenthèse les symboles des grandeurs qui ont servi à former cette grandeur dérivée.

Exemple. — La quantité de mouvement qui est le produit d'une masse M par une vitesse v aura pour symbole (Mv), l'impulsion d'une force aura pour symbole (Ft), le débit en volume (V/t) et le débit en masse (M/t), le trait oblique indiquant la division de la première grandeur par la seconde.

Cette notation aura, croyons-nous, l'avantage de faire disparaître les expressions incorrectes telles que volume par unité de temps, masse par unité de temps, etc.

III. *Unités.* — « Il ne doit entrer que des unités dans la « définition d'une unité. Chaque unité a un nom spécial, « et un seul, composé s'il y a lieu, avec les noms des « unités dont elle est formée. Un trait d'union réunit les « noms des unités composantes lorsqu'il s'agit du pro- « duit de l'une par l'autre; et le mot *par* lorsqu'il s'agit « de leur quotient.

« Les multiples et sous-multiples des unités sont dési- « gnés par des préfixes conformes au décret du 28 juil- « let 1903 (voir aux annexes).

« L'unité est indiquée, après le nombre auquel elle se « rapporte, en toutes lettres ou par une abréviation en « caractère romain (bas de casse) écrit sur la ligne « même, et à la suite de la partie décimale qui est séparée « par une virgule de la partie entière. »

Ainsi : une unité de surface est le « mètre carré »; elle prend le nom spécial de « centiare » lorsqu'elle s'applique à la mesure des surfaces terrestres. Le « kilogrammemètre carré » est une unité de moment d'inertie; le « kilogrammètre par seconde » une unité de puissance, etc.

Les préfixes de multiplication et de division décimales sont celles du système décimal : déca..., hecto..., kilo..., déci..., centi..., milli..., etc.

L'écriture correcte de la vitesse d'un mobile qui parcourt un mètre vingt-cinq centimètres par seconde, sera :

1,25 m:s,

et on évitera les notations telles que :

1 m. 25 par seconde,

1^m,25 par seconde, etc.,

dont l'incorrection est évidente, car le mètre et la seconde n'ont pas une importance différente dans la définition de l'unité de vitesse.

ANNEXES

DOCUMENTS OFFICIELS

CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS

Paris, 1881 (15 septembre a 5 octobre).

PREMIÈRE SECTION. — Unités électriques.

1° On adoptera pour les mesures électriques les unités fondamentales : centimètre, gramme-masse, seconde (C.G.S.);

2° Les unités pratiques l'*ohm* et le *volt* conserveront leurs définitions actuelles : 10^9 pour l'ohm et 10^8 pour le volt.

3° L'unité de résistance (ohm) sera représentée par une colonne de mercure de 1 mm^2 de section à la température de 0°C.

4° Une Commission internationale sera chargée de déterminer par de nouvelles expériences, pour la pratique, la longueur de la colonne de mercure de 1 mm^2 de section à la température de 0°C qui représentera la valeur de l'ohm.

5° On appelle *ampère* le courant produit par un volt dans un ohm.

6° On appelle *coulomb* la quantité d'électricité définie par la condition que 1 ampère donne 1 coulomb par seconde.

7° On appelle *farad* la capacité définie par la condition que 1 coulomb dans 1 farad donne 1 volt.

(*Séance du 20 septembre* 1881.)

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES — Paris, 1882.

ABRÉVIATIONS DES UNITÉS MÉTRIQUES (ADOPTÉES PAR LE COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES)

LONGUEURS.		SURFACES.		VOLUMES.		CAPACITÉS.		MASSES.	
Kilomètre	km	Kilomètre carré	km^2	Mètre cube	m^3	Hectolitre	hl	Tonne	t
Mètre	m	Hectare	ha	Stère	s	Décalitre	dal	Quintal métrique	q
Décimètre	dm	Are	a	Décimètre cube	dm^3	Litre	l	Kilogramme	kg
Centimètre	cm	Mètre carré	m^2	Centimètre cube	cm^3	Décilitre	dl	Gramme	g
Millimètre	mm	Décimètre carré	dm^2	Millimètre cube	mm^3	Centilitre	cl	Décigramme	dg
Micron	μ	Centimètre carré	cm^2			Millilitre	ml	Centigramme	cg
		Millimètre carré	mm^2			Microlitre	λ	Milligramme	mg
								Microgramme	γ

CONFÉRENCE INTERNATIONALE POUR LA DÉTERMINATION DES UNITÉS ÉLECTRIQUES

Paris, 1882-1884.

PREMIÈRE SESSION (1882)

PREMIÈRE COMMISSION. — *Unités électriques.*

La Commission considère que les déterminations faites jusqu'à présent n'offrent pas encore le degré de concordance qui serait nécessaire pour fixer la valeur numérique de l'ohm en colonne mercurielle.

Elle estime donc qu'il y a lieu de poursuivre les recherches....

La Conférence exprime le vœu que le gouvernement français prenne les mesures nécessaires pour qu'un même étalon ou plusieurs étalons de résistance soient mis à la disposition des savants qui s'occupent de recherches absolues, afin de rendre les comparaisons plus faciles;

Que le gouvernement français veuille bien transmettre aux gouvernements représentés à la Conférence un vœu tendant à ce que chacun d'eux, en considération de l'importance d'une solution pratique et de son urgence, prenne les mesures nécessaires pour favoriser les recherches de ses nationaux relatives à la détermination des unités électriques.

(*Séance du 26 octobre* 1882.)

DEUXIÈME SESSION (1884)

PREMIÈRE COMMISSION. — *Unités électriques.*

L'ohm légal est la résistance d'une colonne de mercure de 1 mm^2 de section et de 106 cm de longueur à la température de la glace fondante.

La Conférence émet le vœu que le gouvernement français veuille bien transmettre cette résolution aux divers États et en recommande l'adoption internationale.

(*Résolution du 29 avril* 1884.)

La Commission recommande la construction d'étalons primaires en mercure conformes à la résolution précédemment adoptée, et concurremment l'emploi d'échelles de résistances secondaires en alliages solides qui seront fréquemment comparées entre elles et avec l'étalon primaire.

L'ampère est le courant dont la mesure absolue est 10^{-1} unités électromagnétiques C. G. S.

Le volt est la force électromotrice qui soutient le courant d'un ampère dans un conducteur dont la résistance est l'ohm légal.

(*Résolutions du 2 mai 1884.*)

TROISIÈME COMMISSION. — *Étalon de lumière.*

L'unité de chaque lumière simple est la quantité de lumière de même espèce émise en direction normale par 1 cm^2 de surface de platine fondu, à la température de solidification.

L'unité pratique de lumière blanche est la quantité totale de lumière émise normalement par la même source.

(*Résolutions du 2 mai 1884.*)

CONGRÈS INTERNATIONAL DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE

PARIS, 1889.

Les membres du *Congrès international de mécanique appliquée*, après en avoir délibéré, émettent le vœu que, par un accord unanime, le langage de la mécanique arrive à se préciser de la manière suivante :

1° Le mot *force* ne sera plus employé désormais que comme synonyme d'*effort*, sur la signification duquel tout le monde est d'accord. On proscrit spécialement l'expression *transmission de force* qui se rapporte en réalité à la *transmission d'un travail*, et celle de *force d'une machine* qui n'est que l'activité de la production du travail par ce moteur, ou, en d'autres termes, le quotient d'un travail par un temps.

2° Le mot *travail* désigne le produit d'une force par le chemin que décrit son point d'application suivant sa propre direction.

3° Le mot *puissance* sera exclusivement employé pour désigner le quotient d'un travail par le temps employé à le produire.

4° En ce qui concerne l'expression numérique de ces diverses grandeurs, pour tous ceux qui acceptent le système métrique, les unités sont les suivantes :

La *force* a pour unité le *kilogramme* défini par le Comité international des poids et mesures.

Le *travail* a pour unité le *kilogrammètre*.

La *puissance* a deux unités que l'on pourra employer au gré de chacun : le *cheval* de 75 kilogrammètres par seconde et le *poncelet* de 100 kilogrammètres par seconde.

5° L'expression *énergie* subsiste dans le langage comme une généralisation fort utile comprenant, indépendamment de leur forme actuelle, les quantités équivalentes : travail, force vive, chaleur, etc. Il n'existe pas une unité spéciale pour l'énergie envisagée avec cette généralité ; on l'évalue numériquement, suivant les circonstances, au moyen du kilogrammètre, de la calorie, etc.

6° On se rend bien compte, dans ce qui précède, que ce système présente des différences avec celui qui est adopté maintenant pour l'étude de l'électricité. Les trois grandeurs essentielles de toute homogénéité, au lieu d'être, comme pour les électriciens, la longueur, le temps et la masse, sont ici la longueur, le temps et la force. Il a semblé que, pour les mécaniciens tout au moins, sans vouloir engager une discussion au point de vue de la philosophie des sciences, l'effort était une notion primordiale plus immédiate et plus claire que celle de la masse.

(*Vœux adoptés le 2 septembre 1889 en séance plénière.*)

CONGRÈS INTERNATIONAL D'ÉLECTRICITÉ

PARIS. 1889.

PREMIÈRE SECTION

UNITÉS — MESURES

L'unité pratique de travail est le *joule*. Il est égal à 10^7 unités C.G.S. de travail. C'est l'énergie dépensée pendant une seconde par un ampère dans un ohm.

L'unité pratique de puissance est le *watt*. Il est égal à 10^7 unités C.G.S. de puissance. Le watt est égal à un joule par seconde.

Dans la pratique industrielle, on exprimera la puissance des machines en kilowatts, au lieu de l'exprimer en chevaux-vapeur.

Pour évaluer l'intensité d'une lampe en bougies, on prendra comme unité pratique, sous le nom de *bougie décimale*, la vingtième partie de l'étalon absolu de lumière défini par la Conférence internationale de 1884.

DEUXIÈME SECTION

APPLICATIONS INDUSTRIELLES

L'unité pratique de coefficient d'induction est le *quadrant*(1).

$$1 \text{ quadrant} = 10^9 \text{ centimètres.}$$

La *période* d'un courant alternatif est la durée d'une oscillation complète.

La *fréquence* est le nombre de périodes par seconde.

L'*intensité moyenne* est définie par la relation

$$I_{moy} = \frac{1}{T}\int_0^T I dt.$$

L'*intensité efficace* est la racine carrée du carré moyen de l'intensité du courant.

La *force électromotrice efficace* est la racine carrée du carré moyen de la force électromotrice.

(*Résolutions du 31 août 1889*).

CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS

(CHICAGO, 1893). (21-25 AOUT).

CHAMBRE DES DÉLÉGUÉS

UNITÉS ET ÉTALONS ÉLECTRIQUES

Résolutions. — Que les divers Gouvernements représentés par les délégués à ce Congrès recommandent formellement d'adopter comme unités légales de mesure électrique les unités suivantes :

Comme unité de RÉSISTANCE, l'*Ohm international*, basé sur l'ohm égal à 10^9 unités du système électromagnétique C.G.S., qui est la résistance offerte à un courant électrique constant par une colonne de mercure, à la température de la glace fondante, de 14,4521 grammes-masse, d'une section transversale constante, et d'une longueur de 106,3 cm.

Comme unité de COURANT, l'*Ampère international*, égal 0,1 unité électromagnétique C.G.S., suffisamment bien représenté, pour les besoins de la pratique, par le courant constant qui, traversant une solution d'azotate d'argent dans l'eau, conformément aux spécifications ci-jointes, dépose l'argent à raison de 0,001 118 gramme par seconde.

Comme unité de FORCE ÉLECTROMOTRICE, le *Volt international*,

(1) Nom modifié par le *Congrès de Chicago*, en 1893.

SYMBOLES DES QUANTITÉS PHYSIQUES ET ABRÉVIATIONS D'UNITÉS

Recommandés par la Commission des Notations de la Chambre des Délégués du Congrès international des Électriciens de Chicago en 1893.

(Les noms en italique sont ceux dont l'adoption provisoire a été recommandée par *The American Institute of Electrical Engineers* en mai 1894).

QUANTITÉS PHYSIQUES.	SYMBOLES.	ÉQUATIONS DE DÉFINITION.	DIMENSIONS DES QUANTITÉS PHYSIQUES.	NOMS DES UNITÉS C.G.S.	ABRÉVIATIONS DES UNITÉS C.G.S.	UNITÉS PRATIQUES.	ABRÉVIATIONS DES UNITÉS PRATIQUES.
Fondamentales.							
Longueur	L, l	»	L	Centimètre.	cm	Mètre.	m
Masse	M	»	M	Masse du gramme.	g	Masse du kilogramme.	kg
Temps	T, t	»	T	Seconde.	s	Minute, heure.	m, h
Géométriques.							
Surface	S, s	$S=L.L$	L^2	Centimètre carré.	cm^2	Mètre carré.	m^2
Volume	V	$V=L.L.L$	L^3	Centimètre cube.	cm^3	Mètre cube.	m^3
Angle	α, β	$\alpha=\frac{\text{arc}}{\text{rayon}}$	Un nombre	Radian.	»	Degré, minute, seconde, grade.	°, ′, ″
Mécaniques.							
Vitesse	v	$v=\frac{l}{t}$	LT^{-1}	Centimètre par seconde.	cm : s	Mètre par seconde.	m : s
Vitesse angulaire	ω	$\omega=\frac{v}{L}$	T^{-1}	Radian par seconde.	»	Tour par minute.	t : m
Accélération	a	$a=\frac{v}{T}$	LT^{-2}	Centimètre par seconde par seconde.	cm : s^2	Mètre par seconde par seconde.	m : s^2
Force	F	$F=M.a$	LMT^{-2}	Dyne.	dyne	Gramme ; kilogramme.	g ; kg
Énergie ou travail (*work*)	W	$W=F.L$	L^2MT^{-2}	Erg.	erg	Kilogrammètre.	kgm
Puissance	P	$P=\frac{W}{T}$	L^2MT^{-3}	Erg par seconde.	erg : s.	Kilogrammètre par seconde.	kgm : s
Pression	p	$p=\frac{F}{S}$	$L^{-1}MT^{-2}$	Barie.	barie.	Kilogramme par centimètre carré.	kg : cm^2
Moment d'inertie	K	$M\ L^2$	L^2M	Gramme-masse-centimètre carré.	g-cm^2		
Magnétiques.							
Intensité de pôle	m	$F=\frac{m^2}{L^2}$	$L^{\frac{3}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	»	Pas d'abréviations.	Pas d'unités pratiques spéciales.	Pas d'abréviations.
Moment magnétique	$\mathfrak{M}$	$\mathfrak{M}=ml$	$L^{\frac{5}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	»			
Intensité d'aimantation	$\mathfrak{J}$	$\mathfrak{J}=\frac{\mathfrak{M}}{V}$	$L^{-\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	»			
Intensité de champ	$\mathfrak{H}$	$\mathfrak{H}=\frac{F}{m}$	$L^{-\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	Gauss.			
Flux de force magnétique	Φ	$\Phi=H.S$	$L^{\frac{3}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	Maxwell.			
Induction magnétique	$\mathfrak{B}$	$\mathfrak{B}=\mu\mathfrak{H}$	$L^{-\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	Gauss.			
Perméabilité (magnétique)	μ	$\mu=\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{H}}$	Un nombre	»			
Susceptibilité (magnétique)	κ	$\kappa=\frac{\mathfrak{J}}{\mathfrak{H}}$	Un nombre	»			
Réluctivité (magnétique)	ν	$\nu=\frac{1}{\mu}$	Un nombre	»			
Réluctance (résist. magnét.)	$\mathfrak{R}$	$\mathfrak{R}=\nu\frac{L}{S}$	L^{-1}	*Oersted.*			
Électromagnétiques.							
Résistance	R, r	$R=\frac{E}{I}$	LT^{-1}	»		Ohm	ohm
Conductance	G	$G=\frac{1}{R}$	$L^{-1}T$	»		Mho.	mho
Force électromotrice	E, e	$E=RI$	$L^{\frac{3}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-2}$	»		Volt.	v
Différence de potentiel	U, u	$U=RI$	—	»			
Intensité de courant	I, i	$I=\frac{E}{R}$	$L^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	»		Ampère.	A
Quantité d'électricité	Q, q	$Q=IT$	$L^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}$	»		Coulomb ; ampère-heure.	c ; A-h
Capacité	C, c	$C=\frac{Q}{E}$	$L^{-1}T^2$	»		Farad.	F
Énergie électrique	W	$W=EIT$	L^2MT^{-2}	Erg.		Joule ; watt-heure.	J ; w-h
Puissance électrique	P	$P=EI$	L^2MT^{-3}	Erg par seconde.		Watt ; kilowatt.	w ; kw
Résistivité (résist. spécifique)	ρ	$\rho=\frac{RS}{L}$	L^2T^{-1}	»		Ohm-centimètre.	ohm-cm
Conductibilité (conduct. spéc.)	γ	$\gamma=\frac{1}{\rho}$	$L^{-2}T$	»		»	»
Coefficient d'induction	L, l	$L=\frac{\Phi}{I}$	L	Centimètre.		Henry.	H
Force magnétisante	$\mathfrak{H}$	$\mathfrak{H}=\frac{4\pi NI}{L}$	$L^{-\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	*Gauss.*		»	»
Force magnétomotrice	$\mathfrak{F}$	$\mathfrak{F}=4\pi NI$	$L^{\frac{1}{2}}M^{\frac{1}{2}}T^{-1}$	*Gilbert.*		Ampère-tour.	A-t

qui est la force électromotrice qui, appliquée d'une manière constante à un conducteur dont la résistance est de 1 ohm international, produit un courant égal à 1 ampère international, représenté avec une exactitude suffisante, pour les besoins de la pratique, par les $\frac{1000}{1434}$ de la force électromotrice de la pile connue sous le nom de *pile Clark*, à la température de 15° C., et préparée conformément aux spécifications ci-jointes.

Comme unité de QUANTITÉ, le *Coulomb international*, qui est la quantité d'électricité transportée par un courant de 1 ampère international pendant 1 seconde.

Comme unité de CAPACITÉ, le *Farad international*, qui est la capacité d'un conducteur chargé au potentiel de 1 volt international avec 1 coulomb international.

Comme unité de TRAVAIL, le *Joule*, égal à 10^7 unités C.G.S. de travail, représenté avec une exactitude suffisante, pour les besoins de la pratique, par l'énergie dépensée en 1 seconde par 1 ohm international traversé par un courant de 1 ampère international.

Comme unité de PUISSANCE, le *Watt international*, égal à 10^7 unités C.G.S. de puissance, et représenté avec assez d'exactitude, pour les besoins de la pratique, comme la puissance de 1 joule par seconde.

Comme unité d'INDUCTION, le *Henry*, qui est l'induction d'un circuit, lorsque la force électromotrice induite dans ce circuit est égale à 1 volt international et que le courant inducteur varie au taux de 1 ampère par seconde.

Étalon de lumière. — La Chambre des délégués, reconnaissant les grands progrès réalisés par la lampe-étalon de von Hefner-Alteneck et l'importance des recherches poursuivies au Reichanstalt, reconnaissant que d'autres étalons ont été proposés et sont actuellement à l'essai, que de sérieuses objections sont faites à tous les étalons à flamme libre, ne peut actuellement recommander l'adoption de la lampe de von Hefner ou de la lampe au pentane, mais recommande que toutes les nations soient invitées à effectuer des recherches en commun sur des étalons pratiques et bien définis, et sur la réalisation satisfaisante d'une unité absolue.

Notations. — La Chambre des délégués reçoit le Rapport du Comité spécial chargé de l'étude des notations, et décide qu'il soit imprimé comme appendice au Rapport général de la Chambre des délégués. Voici ce Rapport.

« La Chambre des délégués recommande l'emploi international, pour les besoins de la pratique, des notations, abréviations et symboles compris dans le Tableau ci-joint » :

(Nous reproduisons ici le Tableau (p. 401) avec les modifications et améliorations qui lui ont été apportées depuis 1893 par les Congrès ultérieurs).

(*Séance du 25 août* 1893).

CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS

GENÈVE, 1896.

GRANDEURS PHOTOMÉTRIQUES ET ÉTALONS DE LUMIÈRE

1° Les grandeurs photométriques internationales ont comme base l'intensité lumineuse d'une source punctiforme.

Elles sont résumées dans le tableau suivant (¹) :

(¹) Dans ces formules I représente une intensité lumineuse, Ω un angle solide et S une surface.

Grandeur.	Nom de l'unité.	Équation de définition.
Intensité lumineuse .	Bougie	I
Flux lumineux. . . .	Lumen	$\Phi = I\Omega$
Éclairement.	Lux $= \frac{\text{lumen}}{\text{mètre carré}}$	$E = \frac{\Phi}{S}$
Éclat	Bougie décimale par centimètre carré	$e = \frac{I}{S}$
Éclairage	Lumen-heure	$Q = \Phi T$

2° L'unité d'intensité est la bougie décimale définie par les Congrès antérieurs.

3° Provisoirement, la bougie décimale pourra être représentée pour les besoins de l'industrie par l'intensité lumineuse horizontale de la lampe Hefner, à condition de tenir compte des corrections. (*Résolutions du 9 septembre* 1896.)

DÉCRET DU 25 AVRIL 1896

Ce décret rend légales les unités internationales de résistance (*ohm*), d'intensité (*ampère*) et de force électromotrice (*volt*) adoptées par le Congrès international des Électriciens de Chicago (1893).

CONGRÈS INTERNATIONAL D'ÉLECTRICITÉ

PARIS, 1900.

COMMISSION DES DÉLÉGUÉS OFFICIELS

La Commission des délégués officiels a adopté les deux résolutions suivantes proposées par la section I (Méthodes scientifiques et appareils de mesure) dans sa séance du 24 août 1900.

Première résolution :

La section recommande l'attribution de noms spéciaux aux unités C.G.S. de champ magnétique et de flux magnétique.

Deuxième résolution :

1° La section recommande l'attribution du nom de GAUSS à l'unité C.G.S. de champ magnétique;

2° La section recommande l'attribution du nom de MAXWELL à l'unité C.G.S. de flux magnétique.

(*Résolutions du 24 août* 1900).

LOI DU 11 JUILLET 1903

RELATIVE AUX UNITÉS FONDAMENTALES DU SYSTÈME MÉTRIQUE

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Article premier. — L'article 2 de la loi du 19 frimaire an VIII est remplacé par la disposition suivante :

« Les étalons prototypes du système métrique sont le mètre international et le kilogramme international, qui ont été sanctionnés par la Conférence générale des Poids et Mesures, tenue à Paris en 1889, et qui sont déposés au pavillon de Breteuil, à Sèvres.

« Les copies de ces prototypes internationaux, déposées aux Archives nationales (mètre n° 8 et kilogramme n° 35), sont les étalons légaux pour la France. »

Art. 2. — Le tableau des mesures légales annexé à la loi du 4 juillet 1837 sera modifié, conformément à l'article précédent, par décret rendu après avis du Bureau national des Poids et Mesures.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Paris, le 11 juillet 1903.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

GEORGES TROUILLOT.

DÉCRET DU 28 JUILLET 1903

PORTANT MODIFICATION DU TABLEAU DES MESURES LÉGALES

Le Président de la République française,

Vu la loi du 11 juillet 1903 relative aux unités fondamentales du système métrique, et spécialement son article 2, ainsi conçu :

« Le tableau des mesures légales annexé à la loi du 4 juillet 1837 sera modifié, conformément à l'article précédent, par décret rendu après avis du Bureau national des Poids et Mesures » ;

Vu la loi du 4 juillet 1837 rendant obligatoire en France le système métrique décimal institué par les lois du 18 germinal an III et 19 frimaire an VIII et le tableau des mesures légales annexé à ladite loi;

Vu le procès-verbal de la séance tenue, le 28 juillet 1903, par le Bureau national, scientifique et permanent des Poids et Mesures;

Sur le rapport du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes.

Décrète :

Article premier. — La tableau des mesures légales, annexé à la loi du 4 juillet 1837, est remplacé par le tableau suivant (voy. colonne suivante) :

Art. 2. — Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois.*

Fait à Paris, le 28 juillet 1903.

ÉMILE LOUBET.

Par le Président de la République :

Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes,

GEORGES TROUILLOT.

Une circulaire récente de M. le Ministre de l'instruction publique vient de rendre obligatoire l'application de la loi du 11 juillet 1903 et du décret du 28 juillet 1903 dans l'enseignement.

Espérons que l'Académie des sciences, le Bureau des longitudes dans son annuaire, les écoles techniques et l'Imprimerie nationale voudront bien se conformer aux prescriptions de cette circulaire. Les notations fantaisistes adoptées par ces corps constitués dépassent toute mesure, et il n'est que temps de mettre un peu d'ordre dans ce désordre, à moins que la susdite circulaire ne dure, comme la plupart des autres circulaires... l'espace d'un matin!

É. H.

TABLEAU DES MESURES LÉGALES

NOMS.	VALEURS.	SIGNES ABRÉVIATIFS.
	Mesures de longueur.	
Myriamètre	Dix mille mètres	Mm.
Kilomètre	Mille mètres	km.
Hectomètre	Cent mètres	hm.
Décamètre	Dix mètres	dam.
MÈTRE (¹)	*Unité fondamentale*	m.
Décimètre	Dixième du mètre	dm.
Centimètre	Centième du mètre	cm.
Millimètre	Millième du mètre	mm.
	Mesures agraires.	
Hectare	Cent ares ou dix mille mètres carrés	ha.
ARE	Cent mètres carrés	a.
Centiare	Centième de l'are ou mètre carré	ca ou m².
	Mesures de bois.	
Décastère	Dix stères	das.
STÈRE	Mètre cube	s ou m³.
Décisière	Dixième du stère	ds.
	Mesures de masse ou de poids (²).	
Tonne	Mille kilogrammes	t.
Quintal métrique	Cent kilogrammes	q.
KILOGRAMME (³)	*Unité fondamentale*	kg.
Hectogramme	Cent grammes	hg.
Décagramme	Dix grammes	dag.
GRAMME	Millième du kilogramme	g.
Décigramme	Dixième du gramme	dg.
Centigramme	Centième du gramme	cg.
Milligramme	Millième du gramme	mg.
	Mesures de capacité.	
Kilolitre	Mille litres	kl.
Hectolitre	Cent litres	hl.
Décalitre	Dix litres	dal.
LITRE (⁴)		l.
Décilitre	Dixième du litre	dl.
Centilitre	Centième du litre	cl.
Millilitre	Millième du litre	ml.
	Monnaies.	
FRANC	Cinq grammes d'argent au titre légal.	»
Décime	Dixième du franc	»
Centime	Centième du franc	»

(¹) Le *mètre* est la longueur à la température de zéro du Prototype international, en platine iridié, qui a été sanctionné par la Conférence générale des Poids et Mesures tenue à Paris en 1889 et qui est déposé au Pavillon de Breteuil, à Sèvres.

La copie n° 8 de ce Prototype international, déposée aux Archives nationales, est l'étalon légal pour la France.

La longueur du mètre est très approximativement la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre, qui a été prise comme point de départ pour l'établir.

L'unité de *surface* et l'unité de *volume* sont respectivement le mètre carré (m²) et le mètre cube (m³). On donne à la première le nom de *centiare* quand elle s'applique à la mesure des terrains, et à la seconde le nom de *stère* quand elle s'applique à la mesure des bois.

(²) La *masse* d'un corps correspond à la quantité de matière qu'il contient; son *poids* est l'action que la pesanteur exerce sur lui. En un même lieu, ces deux grandeurs sont proportionnelles l'une à l'autre; dans le langage courant, le terme *poids* est employé dans le sens de *masse.*

(³) Le *kilogramme* est la masse du Prototype international, en platine iridié, qui a été sanctionné par la Conférence générale des Poids et Mesures tenue à Paris en 1889, et qui est déposé au Pavillon de Breteuil, à Sèvres.

La copie n° 35 de ce Prototype international, déposée aux Archives nationales, est l'étalon légal pour la France.

La masse du kilogramme est très approximativement celle de 1 décimètre cube cube d'eau à son maximum de densité, qui a été prise comme point de départ pour l'établir.

(⁴) Le *litre* est le volume occupé par un kilogramme d'eau pure à son maximum de densité et sous la pression atmosphérique normale. Le volume du litre est très approximativement égal à 1 décimètre cube.

DYNAMOS A COURANT CONTINU
A POLES AUXILIAIRES

DISTRIBUTION DES LIGNES DE FORCE

Un type de circuit magnétique ayant été adopté, le premier problème qui se pose au cours de l'étude d'une machine électrique est la recherche de la distribution des lignes de force. De cette distribution dépendent en effet les forces électromotrices induites et par suite les courants, les couples, toutes les quantités caractérisant le fonctionnement.

La figure 1 représente le circuit magnétique d'une

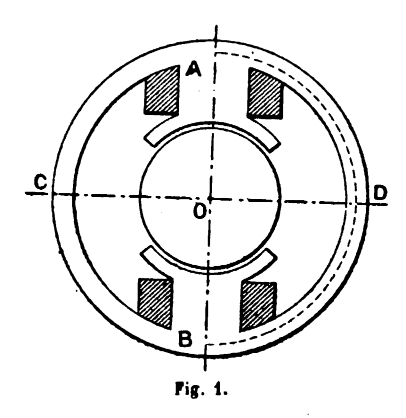


Fig. 1.

dynamo bipolaire dont l'induit denté est supposé immobile et réduit à son fer.

Chaque noyau inducteur A et B porte un enroulement dont la force magnétomotrice est $\mathcal{F}_p$.

Désignons par :

Φ_p, le flux qui traverse le noyau A et en même temps l'entrefer et les dents, les fuites magnétiques étant supposées négligeables.

Φ_c, le flux dans la culasse D.

$\mathcal{R}_p$, la réluctance totale d'un noyau, d'un entrefer et des dents.

$2\mathcal{R}_c$, la réluctance d'une demi-culasse D.

Si on applique au circuit BOADB la loi de Kirchhoff, on a

$$2\mathcal{F}_p - 2\mathcal{R}_p\Phi_p - 2\mathcal{R}_c\Phi_c = 0. \qquad (1)$$

Si on trace le diamètre COD perpendiculaire à l'axe des pôles, entre les points O et D la différence de potentiel magnétique est

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_p - \mathcal{R}_p\Phi_p - \mathcal{R}_c\Phi_c. \qquad (2)$$

En comparant avec l'expression précédente on voit que $\mathcal{F} = 0$: entre les points O et D la différence de potentiel magnétique est nulle.

S'il n'avait pas été fait abstraction des fuites, on serait d'ailleurs arrivé au même résultat.

Ajoutons à la culasse deux pôles auxiliaires étroits, sans enroulement, suivant le tracé de la figure 2. La différence de potentiel magnétique entre leurs extrémités étant nulle, ils ne seront le siège d'aucun flux, et la forme des lignes de forces correspondant au cas de la figure 1 ne sera aucunement modifiée.

Appliquons maintenant aux pôles auxiliaires C et D des forces magnétomotrices $\mathcal{F}_a$ de signes convenables.

Les circuits magnétiques étant soumis aux lois de Kirchhoff, on pourrait dire *a priori*, qu'en supposant les réluctances constantes, les flux créés par ces forces magnétomotrices additionnelles se superposeront pure-

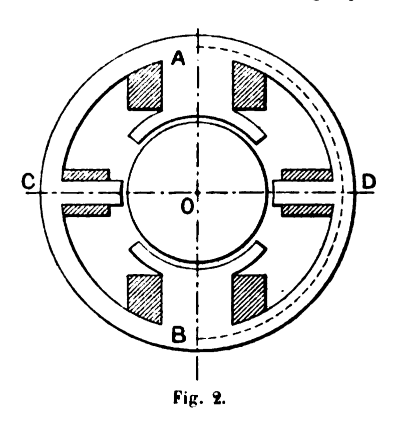


Fig. 2.

ment et simplement aux flux préexistants; mais il est presque aussi simple d'établir la chose directement.

Si, dans le circuit DOAD, $\mathcal{F}_a$ est de même signe que $\mathcal{F}_p$; si on désigne par Φ_a le flux traversant le pôle auxiliaire D, par Φ_p', Φ_p'' les flux traversant les pôles principaux et l'entrefer, par Φ_c', Φ_c'' les flux dans la culasse, par $\mathcal{R}_a$ la réluctance totale d'un pôle auxiliaire, de l'entrefer et des dents on aura

$$\mathcal{F}_p + \mathcal{F}_a - \mathcal{R}_p\Phi_p' - \mathcal{R}_c\Phi_c' - \mathcal{R}_a\Phi_a = 0,$$

et dans le circuit DBOD

$$\mathcal{F}_p - \mathcal{F}_a - \mathcal{R}_p\Phi_p'' - \mathcal{R}_c\Phi_c'' + \mathcal{R}_a\Phi_a = 0,$$

en additionnant membre à membre

$$2\mathcal{F}_p - \mathcal{R}_p(\Phi_p' + \Phi_p'') - \mathcal{R}_c(\Phi_c' + \Phi_c'') = 0. \qquad (3)$$

On pourrait montrer que $\Phi_p' = \Phi_p''$ et que

$$\Phi_c' + \Phi_c'' = \Phi_p'$$

mais cela est évident par symétrie.

L'équation (3) peut donc s'écrire :

$$2\mathcal{F}_p - 2\mathcal{R}_p\Phi_p' - \mathcal{R}_c\Phi_p' = 0,$$

mais (1) peut s'écrire :

$$2\mathcal{F}_p - 2\mathcal{R}_p\Phi_p - \mathcal{R}_c\Phi_p = 0.$$

En comparant ces deux dernières équations on tire :

$$\Phi_p' = \Phi_p.$$

Le flux des pôles principaux n'a donc pas été modifié par l'adjonction des pôles auxiliaires et des forces magnétomotrices $\mathcal{F}_a$ introduites dans le système.

De même, tout se passe au point de vue de l'induction

dans les pôles auxiliaires comme si ceux-ci existaient seuls, indépendamment des pôles principaux. Le calcul des forces magnétomotrices à leur appliquer pour faire naitre un flux donné est par conséquent très simple.

On a supposé dans les formules précédentes que les réluctances restaient constantes. Cela n'est pas tout à fait exact en ce qui concerne la culasse, si cette partie du circuit magnétique est saturée, parce que l'induction n'est pas la même dans la branche AD et dans la branche DB. Mais la culasse est précisément une partie du circuit qu'il n'est pas intéressant de saturer, et, d'autre part, les différences de valeur des inductions y sont petites.

Tout ce qui précède s'applique également lorsque l'induit est parcouru par le courant, mais $\mathcal{F}_a$ représente alors la différence des valeurs de la force magnétomotrice d'un pôle auxiliaire et de la demi-force magnétomotrice de l'induit.

Ces résultats ont été vérifiés expérimentalement par E. Arnold de la manière suivante.

Des bobines d'épreuve ont été disposées en différents points du circuit magnétique, en *ab*, *a'b'*, *cd*, *c'd'*, *ef*, *gh*, (fig. 3).

Le courant étant maintenu constant dans les inducteurs principaux et les bobines d'épreuve *ab*, *a'b'* étant reliées avec les précautions convenables à des galvanomètres balistiques, on a fait varier brusquement l'intensité du courant dans les inducteurs des pôles auxiliaires. Aucune déviation appréciable n'était observée aux galvanomètres, et, par conséquent, les valeurs des flux traversant les pôles principaux n'avaient pas varié.

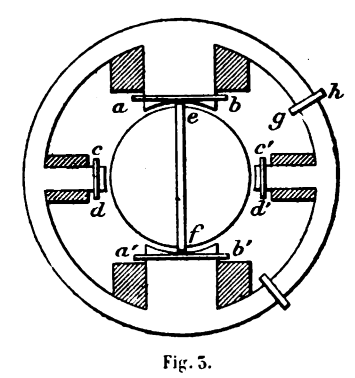


Fig. 3.

De même, en maintenant constante l'excitation des pôles auxiliaires, en reliant *cd* et *c'd'* aux galvanomètres et en faisant varier le flux des pôles principaux, on n'observait encore aucune déviation. La variation de flux à travers la bobine d'épreuve *ef* était, elle aussi, à peu près nulle.

La même étude a été entreprise, mais d'une façon différente, par M. S. Defris, ingénieur à Vienne. Cet expérimentateur s'est servi de la méthode d'exploration du champ dans l'entrefer par balais auxiliaires.

L'induit était entraîné à vide et les balais, écartés l'un de l'autre d'une quantité correspondant à une division du collecteur, étaient reliés à un millivoltmètre. Les indications de cet appareil étaient proportionnelles à l'intensité du champ dans l'entrefer dans la zone correspondante aux lames touchées.

En déplaçant petit à petit les balais autour du collecteur et en notant pour chaque station les lectures faites au millivoltmètre, on pouvait dresser un tableau permettant de tracer la courbe des valeurs de l'intensité du champ sur la périphérie de l'induit.

La partie de la courbe concernant la région comprise sous les pôles auxiliaires n'était pas modifiée lorsqu'on coupait ou renversait le courant dans les inducteurs des pôles principaux.

La théorie et l'expérience s'accordent donc pour montrer que, si la symétrie est respectée, le flux des pôles principaux et celui des pôles auxiliaires sont tout à fait indépendants, donnent lieu à des résultantes dans la culasse, mais conservent dans les noyaux polaires et les entrefers les valeurs qu'ils auraient si chacun des systèmes existait séparément.

A l'intérieur du fer de l'induit, les lignes de forces ne se superposent pas en croix, car ce serait contraire aux définitions.

Le spectre magnétique d'une tranche de l'induit sera représenté, d'une façon assez vraisemblable, par les traits interrompus de la figure 4. Par suite de la réaction de la force magnétomotrice de l'induit il y a une distorsion des lignes de force, augmentation de densité du champ sous l'une des cornes polaires des pôles principaux et diminution de densité sous la corne opposée.

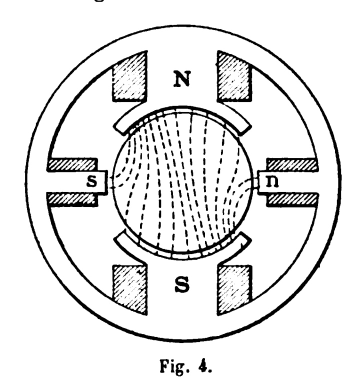


Fig. 4.

Les conclusions qui précèdent s'appliquent à peu près aux flux de fuite.

Nous disons « à peu près » parce que le principe de superposition pure et simple des flux, résultant des lois de Kirchhoff, suppose que les circuits magnétiques sont restés identiques avant et après cette superposition.

Cette condition n'est pas remplie pour les flux de fuite parce que, dans l'air, les lignes de force se trouvent notablement déformées par la présence d'une force magnétomotrice additionnelle.

Le phénomène devient trop complexe pour être analysé clairement, d'où certaines divergences d'opinion entre ceux qui l'ont envisagé. C'est ainsi que le brevet de R. Pohl prévoit la position des pôles auxiliaires suivant une ligne oblique par rapport à la ligne neutre (fig. 5). L'auteur se propose de rapprocher les pôles de même nom,

entre lesquels il semble y avoir moindre tendance aux fuites magnétiques, et d'éloigner les uns des autres les pôles de noms contraires. Les balais doivent être, bien entendu, placés suivant le diamètre correspondant.

Si les flux de fuite se superposaient simplement, ce dispositif serait désavantageux : rien ne serait changé

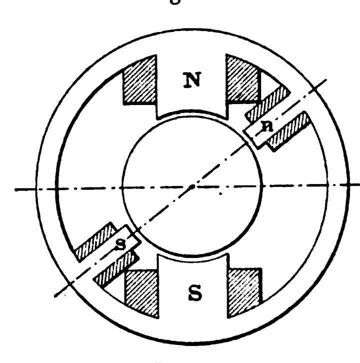


Fig. 5.

aux flux allant des pôles à la culasse ou d'un pôle au pôle de même système, mais il est aisé de voir que les flux des pôles principaux, se fermant par les pôles auxiliaires, seraient augmentés et réciproquement.

On a en effet, dans ce cas, une force magnétomotrice agissant sur deux réluctances $\mathcal{R}_a$ et $\mathcal{R}_b$ placées en parallèle et telles que $\mathcal{R}_a + \mathcal{R}_b$ soit une constante.

La réluctance composée $\frac{\mathcal{R}_a \mathcal{R}_b}{\mathcal{R}_a + \mathcal{R}_b}$ est maxima, et par suite le flux total est minimum lorsque $\mathcal{R}_a = \mathcal{R}_b$, ce qui correspond à des pôles auxiliaires disposés à égale distance des pôles principaux. A. Liouville.

PROGRÈS DES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES

(suite[1].)

B. L'acier électrique. — Ici les conclusions seront toutes différentes. Comme nous l'augurions dans notre précédente étude, c'est une véritable révolution qu'a accomplie le four électrique dans les méthodes de fabrication de l'acier.

Nous étions en effet accoutumés jusqu'ici à voir surtout dans le four électrique un producteur d'énergie thermique, dont le haut mérite s'affirme par un rendement élevé et une commodité de réglage à nulle autre pareille; c'est sous cette forme que nous venons de le voir aux prises avec le haut-fourneau. Or, dans le cas des aciers, ce n'est plus ainsi qu'il faut le considérer: le four d'acier électrique ne sert plus uniquement à remplacer la houille noire par la houille blanche, il sert aussi à obtenir des résultats qu'on ne saurait atteindre sans lui ; c'est, en un mot, un nouvel instrument de production, et cette révélation inattendue ouvre un avenir brillant à l'électrothermie en plaçant le four électrique au premier rang des appareils de l'aciérie future.

Quelques mots d'explication feront saisir toute l'importance de cette évolution. L'acier, ce roi de notre époque moderne, peut s'obtenir, chacun sait cela, soit par décarburation de la fonte, soit par recarburation du fer. Lorsqu'on se contente d'acier ordinaire on emploie le procédé Bessemer qui fournit rapidement et économiquement d'énormes quantités de métal. Malheureusement ce métal est insuffisamment épuré ; on ne s'en contente plus aujourd'hui et la vogue du convertisseur est à son déclin. Le four Martin-Siemens, sur la sole duquel se fait l'épuration d'après nombre de variantes, est de plus en plus usité. L'acier sur sole ainsi obtenu est plus coûteux, mais on peut mener l'épuration beaucoup plus loin qu'au Bessemer et obtenir ainsi, à volonté, jusqu'aux aciers mi-fins et aciers spéciaux employés pour la marine, l'artillerie, l'automobile, etc.

Lorsqu'on veut cependant obtenir des qualités d'acier encore supérieures, le Martin lui-même n'est plus suffisant : il faut recourir à la seconde méthode, celle de la recarburation du fer pur. Ce fer recarburé, cémenté pour employer le terme usité, est ensuite fondu dans des creusets: ce sont là les « aciers au creuset » qui représentent les meilleures qualités d'acier et aussi les plus chères, par suite des multiples opérations qu'il a fallu faire subir à la matière avant de les obtenir.

Eh bien ! ces aciers supérieurs que la métallurgie ordinaire fabrique si péniblement, le four électrique les obtient très facilement et, dans peu de temps, il se sera assuré le monopole des aciers fins, absolument comme il s'est déjà assuré celui des ferro-siliciums riches, des ferro-chromes et des ferro-alliages en général.

On conçoit, en effet, que la très haute température du four accélère les réactions, fournisse un métal plus fluide pour les opérations, et que, d'autre part, l'atmosphère neutre — les opérations dans le four électrique pouvant s'assimiler à celles d'un creuset clos — permette de pousser l'affinage au point voulu, jusqu'à complète élimination des éléments nuisibles. On aura donc supprimé toutes les opérations accessoires : cémentation, fusion au creuset, et finalement, à qualités égales, l'acier électrique sera meilleur marché que l'acier fondu.

Tel est le cas, en effet, et non seulement celui-ci est battu par celui-là sur le terrain économique, mais encore l'on constate que, pour une même composition chimique et une même résistance mécanique, les aciers électriques ont un allongement et une résistance au choc supérieurs à ceux des aciers usuels correspondants; cette précieuse qualité est due évidemment à l'atmosphère neutre précitée qui met le métal à l'abri de l'oxygène et de l'azote dont nous mentionnions plus haut les effets pernicieux.

Il était naturel, devant ces résultats remarquables, de songer à relever par un passage au four électrique, la qualité des roduits sortant du Bessemer ou du Martin,

(1) Voy. *L'Industrie électrique* (1906), nº 347, p. 251; nº 348, p. 285; nº 350, p. 334; nº 352, p. 379.

et c'est là que commence la révolution dont nous parlions au début.

Les résultats, en effet, ont été satisfaisants, et l'on peut augurer dès aujourd'hui une amélioration générale de la qualité des aciers, grâce à la possibilité de pousser économiquement l'épuration dans le four électrique plus loin que par les méthodes actuelles. Pratiquement, ceci aura pour effet de mettre à la portée de nombreuses industries des qualités d'acier supérieures à celles dont elles avaient dû se contenter jusqu'ici par raison d'économie, et l'on imagine facilement les vastes conséquences de cet événement dans la construction mécanique et métallique.

Il est permis, sans optimisme exagéré, de prévoir l'aciérie de l'avenir comme essentiellement constituée par un convertisseur, sorte de dégrossisseur éliminant rapidement le plus gros des impuretés, et un four électrique parachevant l'affinage, permettant d'obtenir rigoureusement telle ou telle qualité d'acier.

Et, grâce au double problème aujourd'hui résolu, de la séparation des poussières des gaz de haut-fourneau et de la construction des moteurs à gaz de grande puissance, le four électrique pourra s'installer aux côtés mêmes du haut-fourneau, dont il utilisera de la sorte les sous-produits à en traiter les produits.

C'est bien, nous le répétons, une grosse conquête de l'électrothermie, et l'importance du rôle que va jouer le petit four dans la grosse métallurgie de l'avenir ne saurait être comparé qu'à celle qu'a joué la découverte de Bessemer dans ce qu'on peut appeler dès aujourd'hui la métallurgie du passé.

L'école électrométallurgique française, qui a toujours tenu la tête dans ces recherches, a le droit d'être fière du résultat acquis.

Après cet exposé général, il nous suffira d'indiquer brièvement les principales applications actuelles du four électrique dans l'aciérie. A ce sujet, l'on peut diviser les installations réalisées en deux classes : 1° les aciéries électriques, c'est-à-dire celles où le four électrique est destiné à fonctionner seul, fabriquant l'acier en partant de fonte et de riblons ; 2° les aciéries mixtes, celles que nous venons d'appeler les aciéries de l'avenir, où le four joue le rôle d'un véritable Martin électrique, et remplace par conséquent celui-ci.

Dans la première classe se rangent la plupart des installations exécutées jusqu'ici, alors que les aspirations du four électrique étaient moins vastes, plus timides.

A l'heure actuelle, le procédé Héroult est appliqué aux usines de la Praz (Savoie), qui ont livré, depuis les premiers essais, lesquels remontent à 1900, plus de 4000 tonnes d'acier fin à outils. Aujourd'hui, l'usine de la Praz ne suffit plus à l'activité de la Société de Froges, qui aménage une seconde chute d'environ 1500 poncelets à Saint-Michel-de-Maurienne. Hors de France, le procédé Héroult est également appliqué à Körtfors, en Suède, depuis 1902, et l'on monte actuellement une seconde usine à Granbergsdäl. En Allemagne, les mêmes procédés sont appliqués à Remscheid par l'Elektrostahl Gesellschaft, filiale de la Neuhausen Aluminium C°; enfin, aux États-Unis, la Halcomb Steel C° de Syracuse (État de New-York) construit une usine d'une puissance de production de 80 tonnes d'acier par jour.

Parmi les autres aciéries électriques fonctionnant régulièrement, il faut citer celle de Gysinge (Suède), où l'on applique le procédé Kjellin (four à induction), dont les premiers essais remontent, comme ceux d'Héroult, à 1900. Le procédé Gin, dont la caractéristique est son « four-canal » bien connu a fait l'objet d'une installation d'essai à Plettenberg (Allemagne). Les résultats ayant été satisfaisants, la Deutsche Elektrische Stahlwerke Gesellschaft, filiale de la firme Siemens-Schuckert, va monter cette fabrication dans deux importantes usines : une de 26 000 poncelets sur l'Aar et la seconde de 11 000 poncelets sur un de ses affluents.

Le four Girod [1], à creusets chauffés électriquement et proposé également pour la fusion de l'acier, nous semble convenir plutôt pour la fabrication des ferro-alliages; il ne supprime pas en effet le creuset et, de par son principe, doit consommer davantage que les fours à résistance usuels; il présente par contre l'avantage de permettre le travail à température fixe et très facilement réglable à volonté; il pourra mieux encore être appliqué au réchauffage des métaux dans l'industrie, qu'au chauffage des creusets à acier. Nous croyons d'ailleurs que la Société anonyme électro-métallurgique (procédés P. Girod) se consacre uniquement dans ses usines d'Ugine (Savoie) et de Courtepin (Suisse), à la fabrication des ferro-alliages, ferro-tungstène notamment, dont elle est la plus grande productrice du monde entier, et pour la production desquels elle procède, elle aussi, à des agrandissements. Sous peu l'usine d'Ugine qui possède une puissance disponible de 6000 kw sera augmentée de 9000 kw, obtenus par l'aménagement de la chute de Saint-Gervais; enfin, en Suisse, la Société Girod procède à l'érection d'une nouvelle usine à Montboyon.

Enfin à Turin, M. le capitaine Stassano continue, avec une opiniâtreté louable, ses recherches sur la fabrication de l'acier en four à arc. Les résultats sont toujours purement expérimentaux [2].

Parmi les aciéries mixtes, celles où le four électrique est destiné à améliorer l'affinage des aciers obtenus dans les fours ordinaires, il y a lieu de mentionner que deux de nos plus importantes firmes métallurgiques françaises, les usines du Creusot et celles de la Société Jacob Holtzer à Unieux (Loire) se sont décidées, après mûr examen, à l'introduction du four électrique dans leurs ateliers.

L'exemple de la maison Holtzer est particulièrement

(1) On nous a signalé que M. Girod avait établi un nouveau four à acier, à sole noyée, mais nous ne possédons aucun renseignement sur ce nouvel appareil.

(2) Le major Stassano a fait une communication sur son dernier type de four tournant, en mai, au Congrès de chimie appliquée, à Rome.

typique. Les aciéries d'Unieux, bien connues pour se livrer à la fabrication exclusive des aciers spéciaux et de cémentation (c'est à Unieux que l'acier au chrome fut employé pour la première fois pour les projectiles) étaient restées fidèles jusqu'ici au procédé classique de l'acier fondu au creuset, absolument comme les aciéries Krupp, à Essen. Or, après deux années d'études suivies, elles se sont décidées à la construction d'un premier four Keller de 1000 kw, qui purifiera les produits de son four Martin et lui permettra d'obtenir des aciers de qualité comparable et même supérieure à ceux qu'elle fabriquait fort cher par cémentation.

Cette heureuse innovation est d'autant plus significative que ces usines, ne possédant dans leur proximité ni chute d'eau, ni hauts-fourneaux, il leur faudra produire l'énergie électrique au moyen de combustible ordinaire; malgré le coût élevé de la force motrice, l'aciérie compte y trouver son bénéfice.

Au Creusot, on a installé un four d'essai, sur lequel plane d'ailleurs le plus profond mystère. Nous connaissons le principe de cet appareil, du type à induction, d'après ce qu'en a publié M. Saladin. Nous savons toutefois qu'on vise à créer un véritable Martin électrique, c'est-à-dire un appareil capable de traiter en une seule opération jusqu'à 60 tonnes d'acier. Les résultats obtenus jusqu'ici sont, paraît-il, satisfaisants, et permettent de concevoir sous peu la création de la véritable aciérie de l'avenir.

Enfin les fameuses aciéries Krupp elles-mêmes étudient le problème de la substitution du four électrique au classique four de cémentation.

Comme on le voit par tout ce qui précède, c'est bien une ère nouvelle qui commence pour la métallurgie du fer, et si l'on veut bien considérer qu'il se fabrique par le monde quelque 50 millions de tonnes de fonte par an, l'on jugera par ce chiffre du mouvement d'extension considérable que peut être appelée à prendre l'électrométallurgie de l'acier.

C. Les ferro-alliages. — Dans cette voie la victoire du four électrique est complète: il est même plus exact de dire que c'est le four électrique qui a créé l'industrie des ferro-alliages, car à vrai dire, à part les spiegels et les ferro-siliciums pauvres, ces produits spéciaux, aujourd'hui utilisés sur une si grande échelle, étaient totalement inconnus avant l'avénement du four électrique.

Sur un seul point seulement le traitement thermique peut être concurrencé par le haut fourneau, c'est dans la fabrication des spiegels et ferro-manganèses dont la majeure partie est encore fabriquée au fourneau. Signalons toutefois que la récente crise du manganèse provoquée par les longs troubles qui désolent la Russie, a eu pour effet de faire utiliser des minerais plus pauvres, et facilité la concurrence de certains alliages fabriqués assez facilement au four électrique: silico-spiegels, silico-manganèses, mangano-siliciums. En France notamment, une solution très élégante a été obtenue par le traitement des silicates de manganèse pyrénéens qui, par réduction, fournissent directement les alliages manganèse-silicium demandés. Les anciennes usines à carbure de Villelongue se livrent notamment avec succès à cette fabrication; la Société Keller-Leleux est une des principales productrices d'électro-spiegels; quant aux alliages très riches (mangano-silicium 75 pour 100 Mn, 25 pour 100 Si) ils sont une des spécialités de la Société La Néométallurgie.

Ferro-siliciums. — Les ferro-siliciums électriques, à forte teneur, sont uniquement usités aujourd'hui; le monopole du four électrique est complet. Nous avons déjà signalé dans notre précédente revue, l'état prospère de cette fabrication; des usines électrochimiques, par exemple celle de Moutiers, à la Volta lyonnaise, destinée jusqu'ici aux alcalis et chlore, fabriquent aujourd'hui du ferro-silicium. Cet alliage, dont la consommation en fonderie devient chaque jour plus considérable, est un des rares produits que nous exportions aux Etats-Unis.

Les deux plus gros producteurs sont la Société électro-métallurgique française et la Société Keller-Leleux.

Ferro-chrome. — Cet alliage est également monopolisé par le four électrique. Les usines françaises en sont de beaucoup les plus importantes et exportent en tous lieux. Celles qui se livrent à cette fabrication, comme d'ailleurs à celle des autres alliages spéciaux en général, sont la Société électrométallurgique française, les usines Girod, les usines Rochette à Epierre, la société Keller-Leleux à Livet, la Néométallurgie et la Société électrochimique de Giffre, exploitant en commun; ces derniers producteurs se spécialisent dans la fabrication de ferro-chromes très riches et à basse teneur en carbone, ce qui est particulièrement difficile à obtenir au four électrique.

Ferro-tungstène et ferro-molybdène. — Ces deux alliages, le premier surtout, sont extrêmement demandés; leur emploi croît dans des proportions considérables pour les aciers à outils auto-trempants, les aciers pour aimants, etc.; on emploie même aujourd'hui le tungstène comme filament dans des lampes à incandescence (lampe Kuzel) consommant 1 watt par bougie seulement.

Les minerais, alliages et aciers de tungstène ont fait l'objet d'une étude remarquable de M. Hadfield, le métallurgiste bien connu, dans le *Journal of the Iron and Steel Institute.* D'après cet auteur la *Tungsten and Rare metals C°* de Londres, qui fournit nombre d'aciéries anglaises, produirait le tungstène et ses alliages par le procédé ordinaire de réduction au creuset, par le carbone, de sels tirés des minerais usuels du tungstène: le wolfram (acide tungstique) et la scheelite (tungstate de chaux).

Chez nous, qui sommes de beaucoup les plus importants fabricants de ferro-tungstène, on fabrique uniquement au four électrique. Les usines Girod (Soc. anonyme électrométallurgique) se sont spécialisées dans cette fabrication.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les multiples alliages spéciaux qui sont fabriqués ou proposés;

c'est ainsi qu'on fabrique outre les ferro-alliages, des nickelo-alliages et des cupro-alliages possédant des vertus particulières dans des cas spéciaux. Nous dirons seulement, pour terminer ce chapitre, quelques mots de deux alliages encore peu usités mais qui nous paraissent susceptibles d'un emploi important en métallurgie. Ce sont le ferro-vanadium et le ferro-titane.

Le *ferro-vanadium* est difficile à fabriquer au four électrique ; l'aluminothermie conviendrait mieux, croyons-nous. Les remarquables propriétés communiquées à l'acier par le vanadium ont été mises en lumière et étudiées par M. L. Guillet. dont on connait les importants travaux sur les aciers spéciaux ; cet auteur a conclu que le vanadium était l'élément qui influait le plus sur les propriétés mécaniques des aciers après le carbone.

Malheureusement le vanadium est extrêmement rare dans la nature; on trouve quelques vanadates complexes difficiles à traiter. M. Herrenschmidt a indiqué un procédé pour extraire de l'acide vanadique en partant d'un vanadate de plomb naturel. Ce procédé est appliqué par la Société du vanadium, au Genest (Mayenne), qui fournit de l'acide vanadique très pur convenant parfaitement pour la réduction aluminothermique au four électrique. La fabrication du ferro-vanadium est uniquement pratiquée en France par la Société Girod, qui d'ailleurs fait également usage d'aluminium pour faciliter la réduction.

Le *ferro-titane* a surtout été étudié par un métallurgiste américain, M. Auguste J. Rossi, qui lui a consacré un important mémoire dans l'*Electrochemical and metallurgical Industry*. Les ferro-titanes peuvent être obtenus directement par réduction des minerais de fer titanifères si abondants dans la nature, notamment dans l'Amérique du Nord et la Scandinavie ; mais cette réduction par le charbon est extrêmement difficile même au four électrique ; le titane est un métal des moins fusibles et M. Rossi estime que l'aluminothermie seule donne des résultats satisfaisants pour la réduction de l'acide titanique; il a imaginé un procédé employant l'aluminium comme réducteur, pour la fabrication industrielle des alliages de titane.

Le titane a la précieuse propriété d'améliorer considérablement les fontes de moulage et notamment d'éliminer l'azote occlus; c'est une propriété qu'il partage, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, avec le calcium.

Nous arrêterons là ces considérations, qui nous montrent une industrie prospère créée de toutes pièces par le four électrique. Toutefois cette question des alliages spéciaux est encore trop neuve pour qu'on puisse fournir des indications suffisamment précises sur son importance économique. Ce n'est que dans quelques années, lorsque l'inévitable sélection se sera opérée parmi les principaux alliages nécessaires au métallurgiste, qu'on pourra contrôler la production et l'importance économique de cette branche de l'électrothermie.

(*A suivre*,) J. IZART.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les automobiles de chemins de fer. — A la réunion des ingénieurs mécaniciens qui a eu lieu récemment à Cardiff, MM. Reclus et Haclain ont fait une intéressante communication sur le trafic des automobiles de chemins de fer. L'histoire de l'automobile de chemins de fer est très courte. En 1873, M. Rowan construisit des wagons automoteurs à vapeur, mais ils ne purent pas se faire adopter en Angleterre. En Autriche et en Suisse, ils eurent plus de succès. En 1902 cependant, la concurrence des tramways dans les faubourgs des grandes villes, en particulier à Londres, devint des plus prononcées, et les Compagnies des chemins de fer suivirent avec plus d'attention l'emploi de ces véhicules.

Le London and South Western Railway introduisit le premier des automobiles sur rails à titre d'essai. Cette innovation a si bien porté ses fruits que la Great Western Railway C° et le Taff Wale Railway, ont construit des voitures circulant sur leurs lignes, en vue de desservir les localités demandant un plus fréquent service avec arrêts nombreux. Il était en effet presque impossible d'exploiter un service à arrêts fréquents avec des trains ordinaires, car c'était trop coûteux. et les dépenses d'exploitation et de capital nécessaire auraient été trop grandes en proportion des voyageurs. Mais on ne tarda pas à voir que la solution de la difficulté résidait dans l'établissement d'automobiles spéciales, et l'on se demanda bientôt quel agent moteur il fallait employer : ou bien la vapeur ou l'électricité, et si c'était l'électricité, quel système emploierait-on. Les conférenciers ont montré, par des chiffres comparatifs, que, pour les lignes où le service est léger et intermittent, et où les distances à franchir atteindraient quelques kilomètres, la station centrale serait nécessairement grande en proportion du travail fourni, et s'il faut gravir de fortes rampes, la charge maxima pourrait être très grande en proportion de la charge moyenne. Les unités qu'il faudrait utiliser dans la station pour produire la puissance motrice maxima au moment de ces à-coups serait nécessairement très grande et, en conséquence, la dépense serait hors de proportion avec le travail fourni.

En plus des trois chemins de fer mentionnés, quatre des lignes les plus importantes dans le Nord ont adopté cette méthode.

Un indicateur magnétique de température. — Une communication sur ce sujet vient d'être faite à la *British Association*. M. William Taylor dit qu'il a fait des essais pour étudier la trempe des aciers à outils. Il a utilisé le fait bien connu, qu'au point critique de réchauffement, la perméabilité de l'acier est changée. Il a expérimenté avec une balance d'induction magnétique consistant en trois bobines plates identiques de fil de cuivre

placées parallèlement sur un axe commun et également espacées. La bobine intérieure est en circuit avec un récepteur téléphonique, et les bobines extérieures reçoivent du courant alternatif; elles sont reliées de telle sorte, qu'en temps ordinaire, aucun son ne se produit dans le téléphone. Cependant, si l'on vient à placer un morceau d'acier entre la bobine centrale et chacune des bobines extérieures, l'équilibre magnétique est troublé, et un son se produit dans le téléphone. Puis l'acier est chauffé.

Lorsqu'il atteint la température critique il devient non-magnétique, et le son rendu par le téléphone cesse subitement; on refroidit alors l'acier et on le trempe. Des aciers avec des teneurs en carbone variant de 0,7 à 1,35 pour 100 ont été trempés de cette manière à des températures qui, jugées seulement par l'œil d'un praticien, ne devraient rien donner de bon, tandis que le grain fin de leur structure ainsi que leur dureté, montraient avec quelle finesse on avait atteint la température voulue. Dans chaque cas, en laissant refroidir l'acier jusqu'à ce que le son fût perçu dans le téléphone, l'acier fut mal trempé, quoique la diminution de température n'ait pas été perceptible à un œil exercé. A part cette expérience, un indicateur magnétique fut mis en essai en utilisant un petit fourneau à moufle. Cette même installation a été employée tous les jours dans une salle d'outillage pendant plusieurs mois, où on s'en est servi pour indiquer des températures de la trempe des outils, et pendant ce temps-là, pas un seul outil n'a été rebuté par fêlure ou cassure provenant de la trempe, tandis que la qualité de la trempe a été trouvée excellente.

C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 23 juillet 1906.

Sur la relation qui existe entre la résistance électrique et la viscosité des solutions électrolytiques. — Note de M. P. Massoulier, présentée par M. J. Violle. — J'ai déjà montré [1], après beaucoup d'autres expérimentateurs, que la résistance électrique et la viscosité des solutions électrolytiques éprouvent des variations de même sens et de même ordre de grandeur. Mais tandis que les variations obtenues, en général, par changement de la concentration ou de la température, ou en employant des mélanges d'eau et d'alcool sont assez faibles, j'ai pu opérer dans de plus larges limites en utilisant comme solvants du sulfate de cuivre des mélanges d'eau et de glycérine.

J'ai eu depuis l'occasion de reprendre cette étude sur des solutions de chlorure de potassium : 1° dans ces mêmes mélanges d'eau et de glycérine; 2° dans de l'eau épaissie avec du sucre.

1° Les expériences sur les mélanges d'eau et de glycérine ont été effectuées à 0° avec des dilutions correspondant à une molécule-gramme de chlorure dans 20, 40, 80 et 160 litres, et des solvants renfermant des volumes de glycérine égaux à 0, 1, 2, 3, 4 dixièmes du volume de la solution. En désignant par V les viscosités des solvants qui, pratiquement, sont les mêmes que celles des solutions, par C_{20}, C_{40}, C_{80}, C_{160} les conductibilités relatives aux diverses dilutions, les résultats obtenus sont représentés par le tableau ci-dessous :

Glycérine.	0.	$\frac{1}{10}$.	$\frac{2}{10}$.	$\frac{3}{10}$.	$\frac{4}{10}$.
V	28	40	60	94	157
C_{20}	1056	768	566	380	240
C_{20}. V	290	307	340	357	377
C_{40}	1062	796	579	392	250
C_{40}. V	297	318	347	368	392
C_{80}	1081	816	580	398	252
C_{80}. V	303	326	348	374	396
C_{160}.	1097	823	583	405	249
C_{100}. V. . . .	307	329	350	381	391

Pour une dilution donnée les produits C.V ne sont donc pas constants, c'est-à-dire que la résistance n'est pas proportionnelle à la viscosité; mais, tandis que la viscosité varie de 28 à 157, soit de 1 à 5,6, la conductibilité éprouve des variations de sens contraire et de même ordre et le produit C.V ne varie que fort peu : les variations relatives de ce produit sont seulement de 0,34, 0,32, 0,30, 0,27 de ses valeurs primitives respectives pour les dilutions de 20, 40, 80, 160 litres.

2° Des expériences sur les mélanges d'eau et de sucre ont été effectuées à 25°; les solutions renferment une proportion de sucre qui croît de 0 à 30 pour 100 et la dilution correspond toujours à une molécule-gramme de chlorure de potassium dans 100 litres.

Dans ces conditions, les viscosités ont varié de 238 à 588, soit de 1 à 2,4; les résistances de 135,5 à 263, soit de 1 à 1,94; les produits C.V de 176 à 223, ce qui ne représente qu'une variation relative de 0,31.

Dans aucun des cas étudiés il n'y a donc proportionnalité rigoureuse entre les variations de résistance et de viscosité, ce qui s'explique fort bien par ce fait que l'ionisation, dont dépend essentiellement la conductibilité électrique, doit être influencée par les variations de composition du dissolvant.

Toutefois la première série d'expériences montre que le produit C.V est d'autant moins variable que la solution saline est plus diluée et, par suite, que l'on approche davantage de l'ionisation complète. On serait donc conduit à opérer avec des dilutions considérables si la conductibilité propre du solvant n'introduisait alors des perturbations notables qui suffisent peut-être à expliquer les faibles accroissements que j'ai toujours observés pour le produit CV à mesure que le solvant s'enrichit en glycérine ou en sucre. Quoi qu'il en soit, nous sommes bien en présence d'un phénomène important et général et je me propose d'en faire une étude aussi détaillée et aussi complète que possible.

[1] *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 773.

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

CONGRÈS DE LYON

(1[er] au 7 août 1906)

3° ET 4° SECTIONS. — NAVIGATION, GÉNIE CIVIL ET MILITAIRE

(*Suite et fin*[1].)

Traction électrique des bateaux, par M. Léon Gérard, *Ingénieur, ancien président de la Société belge des électriciens*. — *Historique*. — L'évolution des moyens de transports est un des faits les plus saillants de l'histoire contemporaine.

Cette évolution s'est opérée d'une manière très curieuse, car elle a tour à tour fait abandonner et reprendre les divers modes usuels pour les perfectionner ensuite et les développer.

Dans les pays les plus industriels la locomotive, aussitôt après son adoption, a fait complètement abandonner la route de terre et le désir de limiter la concurrence des moyens de transport a poussé les puissantes Compagnies de railways à accaparer les canaux pour les réduire à l'impuissance; c'est l'histoire des canaux houilliers alimentant les ports anglais au début du XIX° siècle.

La France a eu l'heureuse fortune de ne jamais avoir abandonné ses admirables routes. Elle en est récompensée par l'essor si remarquable de sa grande industrie nationale de l'automobile.

Par un singulier retour des lois du progrès, toutes les perfections de la mécanique s'appliquent en ce moment à remettre en pleine activité le transport rapide sur route et bientôt sans doute le transport lourd.

Cette évolution récente est d'autant plus remarquable que l'on considérait, il n'y a pas vingt ans, le transport sur route comme ne représentant qu'un mode arriéré de locomotion destiné à tomber en complète désuétude.

Le même phénomène s'est produit en matière de navigation intérieure. Là encore, la France jouit à l'heure actuelle du remarquable avantage d'avoir sans cesse entretenu et perfectionné ses voies navigables, et après une période d'erreur économique qui avait presque livré l'exploitation de ces voies à leur victorieux concurrent le chemin de fer, on vit successivement se produire l'abolition des péages, la régularisation des grandes rivières, l'approfondissement et la systématisation d'un admirable réseau de canaux dont la législature a décidé, il y a quelques années, l'extension d'après un plan grandiose.

Importance économique. — En 1905, le trafic des quelques rivières canalisées françaises atteignait plus de 600 millions de tonnes-km, et 1470 km de canaux proprement dits assuraient à eux seuls un trafic de 2 milliards de tonnes-km. Ces chiffres sont relatifs à une petite partie seulement du réseau des canaux français dont l'utilisation économique généralisée dépendra de divers facteurs parmi lesquels le prix du halage et la vitesse sont des éléments essentiels. La France possédait en 1904, 8325 km de rivières canalisées et 4930 km de canaux.

Afin de se faire une idée comparative de l'importance économique des transports par eau, le fret moyen par eau pour les marchandises pondéreuses est, en France, le quart du prix du transport par rail.

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, n° 351 du 10 août 1906, p. 359, et n° 352 du 25 août 1906, p. 386.

En Allemagne, ce chiffre est du sixième. En Angleterre, le transport par eau est dix fois moins cher et il est en Belgique et en Amérique six fois moins coûteux que le transport par rail.

L'ensemble du trafic par eau en France, que l'on peut estimer grossièrement à plus de 4 milliards de tonnes kilométriques, économise annuellement à l'industrie française plus de 96 millions de fr sur les dépenses de transport.

Les raisons techniques de cette formidable supériorité économique des transports par eau résultent de la réduction des efforts de traction, de la grandeur des unités de transport. L'unité moyenne est en France de 350 tonnes, et ce chiffre tend à grandir et la barque type de navigation intérieure atteindra probablement 600 tonnes.

Les conséquences de la réduction des frais de transport sont considérables, je n'ai pas à en développer bien longuement les résultantes économiques. Les progrès si rapides et si décisifs de la grande industrie métallurgique américaine et spécialement celle des centres de l'ouest sont dus à la création des grandes unités de transport à bon marché sur rail et de ces formidables unités de transport par eau qui sillonnent les lacs du nord. Ces outils qui permettent le transport des cokes et des minerais sur de très longues distances à des prix dérisoires comparés à nos prix, sont la force industrielle de l'Amérique.

D'autres pays que la France et l'Amérique peuvent songer aussi à utiliser de très longs parcours pour de fortes charges transportées par unités de transports importantes. Je n'insisterai pas sur l'importance des réseaux hollandais et belges (ce dernier, avec 1620 km, a un trafic de près de 1 milliard de tonnes-km) parce qu'ils ne comportent que des trajets assez courts, mais je signale l'immense réseau des voies navigables de la Russie, dont M. le professeur Merczyng a tracé un tableau si intéressant au dernier Congrès international de navigation en 1905 (1).

Parmi ces voies, une série d'entre elles allant de la Caspienne à la Baltique, a 4000 km de développement et forme une artère essentielle du trafic continental.

Le trajet d'Astrakan à Saint-Pétersbourg portait en 1904, à lui seul, 5 millions de tonnes formant près de 10 milliards de tonnes-km.

Le réseau des canaux intérieurs connus sous le nom de système Marie, comprend 1100 km de voies avec un mouvement de 4 millions de tonnes. Ce réseau est en voie d'extension et de réfection.

L'Allemagne, après avoir admirablement systématisé le cours de ses grands fleuves dont elle fait des voies de transport à service intensif (le mouvement du Rhin atteint à lui seul 5 milliards 300 millions de tonnes-km), poursuit avec ténacité l'exécution du canal du Rhin-Elbe-Oder, quoiqu'elle dispose déjà, en plus de son important réseau fluvial, de 400 km de grands canaux ayant plus de 1 million 1/2 de tonnes trafic, et que son réseau canalisé soit de 2530 km.

L'Angleterre a laissé ensabler et tomber en désuétude plus de 5500 km de canaux dont les proportions et le tirant d'eau ne sont plus appropriés aux exigence du trafic moderne.

L'opinion publique, les économistes, l'élite scientifique et technique ont porté récemment leur attention sur cet état de choses, et sans doute l'esprit pratique et énergique des Anglais trouvera une solution à ces difficultés précisément dans l'adoption des moyens mécaniques et de la traction électrique.

Le grand développement du trafic des voies navigables continentales est dû surtout à la dimension des unités de transport sur les rivières canalisées.

La généralisation des moyens mécaniques, la substitution

(1) Association internationale permanente des Congrès de navigation. X° Congrès, Milan, 1905. Étude économique sur la traction mécanique des bateaux par H. Merczyng, Ingénieur des voies de communauté, professeur à l'Institut impérial,

au halage animal de procédés mécaniques, la substitution de tarifs réguliers aux marchandages des frets, l'organisation des transport à heure fixe et leur systématisation sont autant de mesures qui abaissent encore le prix des transports par eau et assureront avec une plus grande régularité un effet utile plus considérable du réseau exploité.

Si l'on songe qu'une réduction de chaque millime de fret pour chaque milliard de tonnes-km portées par voie de canaux représente un bénéfice d'un million de francs ; si l'on considère que les canaux ne transportent pas actuellement la dixième partie du tonnage qui représenterait leur capacité réelle, on peut mesurer l'importance économique considérable du problème de la traction mécanique des bateaux au point de vue social.

Procédés de halage et de touage. — Les procédés mécaniques du transport sur canaux sont des procédés de remorquage par hélice, de touage par câble mobile ou par câble ou chaîne immergés, ou de halage par tracteur circulant sur la berge.

Disons brièvement que les ingénieurs français ont joué un rôle prépondérant dans ces recherches avec les Américains et les Belges.

Rappelons brièvement les noms de Lévy, de de Mas, de La Rivière, Bourguin, Galliot, de Bovet, Lombard-Gérin, qui, avec tant d'autres Français, ont étudié pratiquement ces questions. Rappelons que c'est un ingénieur belge, Bouquié, qui a réalisé le premier touage à vapeur sur chaîne immergée et que les Américains ont été les pionniers de l'emploi de l'électricité à la propulsion des bateaux, pour passer à l'examen de l'état actuel des recherches relatives à la traction des bateaux par les procédés électriques.

Supériorité des procédés électriques. — Les procédés de halage et de touage électriques, tirent leur supériorité des mêmes causes qui ont déterminé l'emploi de l'électricité dans les autres domaines de la traction.

Le haut rendement des petites unités électriques, la divisibilité de la puissance, la légèreté des moteurs, la simplicité de leur maniement, la rapide accélération des mobiles, la facile distribution à distance d'une puissance d'autant plus économique que sa génération est plus centralisée, sont autant de facteurs généraux de cette supériorité.

Parmi les avantages spéciaux aux procédés électriques au point de vue de la navigation intérieure, on doit ranger en première ligne l'absence des remous qui rendent l'emploi des remorqueurs à hélice très onéreux par la destruction des berges, la facilité du démarrage progressif, le petit encombrement des appareils et leur docilité, leur haut rendement mécanique, l'absence de consommation au repos, la rapide motion des appareils à vide, la faible main-d'œuvre exigée par leur maniement, la possibilité propre à certains systèmes de s'appliquer à la voie sans modifier les ouvrages d'art existants.

L'électricité permet le rapide maniement des écluses et des ponts tournants, l'alimentation artificielle des biefs et l'éclairage de la voie.

Les principaux procédés de traction électrique sont :

Le halage sur berge sans rails (type Gaillot).

Le halage sur berge à crémaillère (type Siemens).

Le halage sur berge sur voie birail lisse (types de Gerard, Chanay et Siemens).

Le halage sur berge sur voie monorail lisse à adhérence proportionnelle (système américain type Wood-Gerard).

Le touage électrique ou mécanique sur chaîne à adhérence magnétique (système De Bovet).

Le touage électrique sur câble.

Traction sur berges sans rails. — Après une longue expérience fournie par l'exploitation des canaux français et belges, on peut considérer la traction sur berge sans rails comme un système condamné par l'expérience, encore que son application puisse être fort utile pour des services temporaires ou spéciaux.

Le côté séduisant du système, qui est de n'exiger aucune installation de voie, est compensé par la nécessité de disposer d'une chaussée fortement empierrée dont le coût est considérable et dont l'entretien a atteint en France annuellement 875 fr par km (¹) et en Belgique 1900 fr (²).

D'autre part, l'élévation du prix d'entretien du matériel cahoté dans les ornières de la route et le rendement faible des appareils ont prouvé, après l'expérience française et belge, l'économie à résulter de l'emploi du rail.

Traction sur rail à crémaillère. — La maison Siemens, de Berlin, établit un système de ce genre basant l'adhérence du tracteur d'abord sur la crémaillère (canal de Finow), puis sur l'emploi d'un rail guide, la roue motrice trouvant son adhérence sur le gravier de la route empierrée. Ces deux systèmes présentaient des défauts de prix et des difficultés tels que leurs applications furent des plus réduites et que ses inventeurs après la publication au Congrès de Dusseldorf 1902, des travaux belges et français sur l'emploi des rails lisses et la détermination des efforts de démarrage et de traction des bateaux (travaux de M. Mollard, ingénieur à Paris, et rapport cité plus haut), appliquérent sur 2 km au canal Teltow en 1905 les systèmes expérimentés presque en même temps en 1902 et aussitôt appliqués au canal d'Aire et de la Deule, en France, et au canal de Charleroi, en Belgique, c'est-à-dire le système à voie birail lisse en abandonnant complètement la voie à crémaillère.

Traction sur voie birail lisse. — Jusqu'en 1901 l'on admettait au point de vue scientifique que les efforts de démarrage d'un bateau en écluse ou en profil de section réduite en canal étaient de si grande valeur qu'aucun engin à adhérence simple n'était capable d'entrainer un bateau.

L'étude analytique et expérimentale du phénomène de démarrage me convainquit de la possibilité de résoudre la question sans exagération du poids du véhicule par un réglage approprié des résistances du moteur dont la courbe d'accélération devait présenter un caractère en rapport avec le rapport des profils mouillés et du poids du bateau.

L'expérience conduisait, à peu de temps de là, les ingénieurs français Mollard et Chanay à réaliser le démarrage sur rails lisses à l'aide d'une locomotive minière symétrique lestée d'une charge de fonte brute.

Dès lors la supériorité de la traction sur rails lisses, non pas au point de vue du coût du premier établissement, mais au point de vue du prix d'exploitation (consommation de courant, entretien de la voie, du matériel et amortissement) fut reconnue.

C'est sur la base de ce système réalisé en principe dès 1902 que les 85 km formant le réseau des canaux d'Aire, de la Deule et de la Scarpe en France furent projetés et que la traction sur rail lisse s'étendit progressivement sur les 58 km déjà concédés depuis 1889.

En Belgique, l'absence de disposition légale sur la concession à longs termes des chemins formant les berges pour permettre la construction des voies permanentes métalliques, et l'impossibilité pour les exploitants d'avoir cependant un

(¹) Association internationale permanente des Congrès de navigation. Xᵉ Congrès, Milan, 1905. Étude économique et technique de la traction mécanique des bateaux sur les fleuves, canaux et lacs. Rapport de M. M. G. La Rivière, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Lille.

(²) IXᵉ Congrès international de navigation, Dusseldorf, 1902. Traction électrique des bateaux. Détermination des efforts de démarrage et de traction, par Léon Gérard, Ingénieur, Président de la Société belge des électriciens.



temps de concession suffisant pour permettre l'amortissement du capital investi dans les voies, fit ajourner de manière indéterminée l'établissement du système. Cette détermination était d'autant plus nécessaire que le canal de Charleroi étant en voie d'élargissement, ses berges devaient subir pendant quelques années de nombreuses modifications.

En Allemagne, le concours établi en 1903 par l'État prussien pour l'électrification du canal de Teltow avait primé le système Siemens de Finow, lequel ne fut cependant pas appliqué.

Les études de la direction du canal de Teltow conduisirent au choix, pour une partie du canal, d'un système de bateau remorqueur à hélice actionné soit par accumulateurs, soit par trolley avec trolley auto-moteur Lombard-Gérin. Le rendement d'une hélice de touage dont le glissement est considérable, combiné avec le rendement des accumulateurs ne devait pas amener à des résultats fort économiques et l'adoption de ce système ne devait évidemment avoir qu'un pur intérêt de recherche.

D'autre part, pour 2 ou 3 km de traction sur berge on adopta un système de locomotive dissymétrique à 6 roues comprenant 4 moteurs, dont 2 pour actionner les roues, l'un pour relever et abaisser un mâtereau de halage et le quatrième pour actionner le treuil d'enroulement emprunté au tracteur belge du type de 1899. Ce système ne se distingue guère du système de locomotive française que par la complication de ses organes et le grand encombrement du système qui représente une compilation fort heureuse des procédés employés jusque-là en Europe.

L'encombrement de l'appareil inauguré avec quelque solennité au canal de Teltow, en 1906, est de $6{,}80 \times 1{,}80 \times 2{,}80$ m, le poids de la locomotive est d'environ 11 tonnes. Son rendement moyen au crochet est en moyenne 65 pour 100 avec une puissance normale de 16 chevaux. Le service projeté pour la traction du canal Teltow devra porter sur 37 km.

La locomotive française de halage employée au canal du Nord depuis 1903, pour un réseau de 83 km dont 58 sont actuellement en exploitation a $4{,}80 \times 1{,}60 \times 2{,}50$ m et pèse seulement 8 tonnes; son rendement moyen est de 67 1/2 pour 100 avec une puissance maxima de 40 chevaux pour une puissance normale de 20 chevaux.

A la différence de la locomotive allemande, dont six dixièmes seulement du poids mort est adhérent et dont la dissymétrie ne permet que le halage dans un sens, la locomotive française est symétrique, à poids total à adhérence, et fonctionne dans les deux sens avec facilité. Ce fait permet le service à une voie pour les canaux d'importance moyenne.

Tandis que les expériences allemandes et les exploitations françaises se poursuivaient sur la base du système birail, réalisé d'abord en Belgique, les Américains réussissaient à mettre en usage, en matière de halage électrique, le système monorail déjà inutilement tenté en Europe par Rudolph et Feldmann.

Les premiers appareils de Wood expérimentés en 1903 sur le canal Érié se réduisaient aux moteurs avec leurs engrenages circulant sur des poutres à double té, lesquelles étaient pincées verticalement par des galets à ressort. L'exagération des vitesses pratiquées (9 à 10 km à l'heure), la grandeur des unités remorquées, empêchèrent de tirer de ce système tous les avantages à résulter de son haut rendement, de sa compacité et de l'absence de tout poids mort.

Dès 1905, les recherches simultanées de M. St-John Clarke, ingénieur en chef du Métropolitain de New-York, de M. Francis Blackwell et de moi-même conduisirent à la réalisation d'un type d'appareil monorail caractérisé par les deux faits que l'adhérence d'un appareil de moins de 3 tonnes permettait de développer des efforts au crochet de 4000 kg et que le rendement moyen de l'appareil était de 80 pour 100 pour une puissance normale de 45 chevaux. L'encombrement de l'appareil est de $1{,}65 \times 0{,}75 \times 1{,}65$.

La voie consiste en une simple poutrelle double té du commerce pesant 37 kg par mètre.

Le même appareil réduit dans le but d'application à la plupart des canaux de dimensions moyennes en Europe, a 14 chevaux et mesure $1{,}40 \times 0{,}45 \times 1{,}25$. La poutre servant de voie est réduite à un double té de 175 mm pesant 21 kg par mètre.

En comparant le système américain à adhésion proportionnelle au système européen, le poids mort des appareils atteint seulement le quart des appareils à adhérence simple et le rendement net est de 15 pour 100 supérieur.

Du fait de ses faibles dimensions, l'appareil est le seul pouvant donner en tunnel un appareil de grande puissance, n'encombrant pas le débouché par ses voies et son gabarit propre. En canal courant, nulle occupation du chemin de halage qui reste libre; sous les ouvrages d'art, nulle nécessité d'augmentation de portée; sur les quais, la voie s'applique comme une simple main courante sur la paroi verticale des parapets ou sur une voie surélevée au-dessus des bateaux en déchargement [1].

Touage électrique sur chaîne. — Le touage électrique sur chaîne jouit des excellents caractères économiques du touage à vapeur sur chaîne. Ses applications sont limitées aux canaux à fort trafic et à longs biefs, et le prix élevé du premier établissement de la chaîne, l'usure de ses maillons sur les roues à empreintes ont causé souvent des déceptions que l'application ultérieure de l'électricité n'est pas parvenu à réparer complètement. L'abandon des roues à empreintes et la substitution des poulies magnétiques de de Bovet atténue le dernier de ces défauts autant pour les touages à vapeur que pour les touages sur chaînes.

Touage électrique sur câble. — Pour les petits canaux à faible trafic et là où la présence de bateaux toueurs ne constitue pas une gêne de service, le système du touage sur câble peut produire d'excellents résultats à condition de ne devoir exercer que de faibles efforts de traction dans des canaux à rayons suffisamment grands.

Dans ces appareils, l'adoption du principe d'adhérence employé en Amérique conduit aux mêmes résultats d'efficacité de rendement et à la réduction dans une mesure considérable du capital de premier établissement à investir pour la voie.

Pour un tel système, la voie se réduit à un câble souple dont la valeur ne dépasse guère 1500 fr par kilomètre. Il en résulte que la possibilité d'application de la traction électrique au halage est étendue par le fait de l'emploi d'un tel système à des canaux de petit trafic qu'il était impossible de considérer jusqu'à présent comme exploitables mécaniquement.

Une étude économique détaillée du problème de l'électrification des canaux, électrification dont les conséquences directes et indirectes sont considérables pour l'exploitation du canal lui-même et pour la région industrielle desservie par ce canal, ne peut trouver place dans les limites de ce rapport déjà trop long.

Conclusions. — Il est utile de fixer en termes généraux que dans l'état présent de la question en usant de tarifs appropriés aux nécessités commerciales en France, le système allemand du canal de Teltow ne paraît guère applicable en raison de son prix, de sa complication et de son encombrement, que le halage sur rails doubles tel qu'il est pratiqué dans le Nord

[1] Association internationale permanente des Congrès de navigation. X° Congrès, Milan, 1905. Étude économique et technique de la traction mécanique des bateaux sur les fleuves, canaux et lacs. Rapport de M. M. St-John Clarke, Ingénieur-conseil à New-York, et Léon Gérard, Ingénieur, ancien Président de la Société belge des électriciens.

permet l'exploitation de canaux ayant plus de 2000000 de tonnes avec la certitude de rémunérer les capitaux engagés, et que ce système a donné des preuves pratiques d'application depuis cinq ans.

Que la traction sur monorail américain permet l'exploitation économique à tarif modéré de tout canal ayant environ 1500000 tonnes de trafic, et que la simplicité du système et son petit encombrement en font le système par excellence adaptable en souterrain et sous les ouvrages d'art, enfin que le touage sur câble basé sur les mêmes principes mais réduit à des unités de petites forces, permet d'appliquer les avantages de la traction électrique à des canaux ayant au plus 400000 tonnes de trafic.

Ces données sont évidemment à corriger en fonction des tarifs et en fonction des conditions locales d'établissement et d'exploitation, mais il y a lieu de retenir ce fait que la technique des canaux dispose actuellement de moyens mécaniques permettant l'organisation systématique du halage, la substitution avantageuse de la machine à l'animal de trait et que cet immense progrès a les conséquences industrielles les plus importantes au point de vue du grand problème économique des moyens de transport.

Les avantages économiques généraux à retirer de l'existence des lignes de distribution de force établies le long d'un canal, pour les populations, ne sont pas moindres :

La diminution des frets, l'augmentation du trafic du canal, la rapidité des échanges favorisent le développement d'industries nouvelles le long de la voie navigable. Ces industries utilisent les lignes de force préexistantes, et par une répercussion économique bien connue, le prix de l'électricité sur de tels réseaux tend à diminuer par la meilleure utilisation des puissances installées.

L'importance économique de l'établissement du halage électrique est donc considérable puisqu'il tend à faciliter l'établissement de centres de production électrique à bon marché, au bénéfice de la généralité.

BIBLIOGRAPHIE

État actuel des industries électriques, par divers auteurs. — *Gauthier-Villars*, éditeur Paris, 1906. — Format : 25 × 16 cm ; 247 pages. — Prix : 5 fr.

A quelque chose malheur est bon. — S'il est triste de vieillir (Puissent cependant les autres ne pas s'en apercevoir plus que je ne le sens encore moi-même!), il est, grâce à cela, curieux et intéressant de comparer, à un quart de siècle de distance, l'état d'une science, dont on a vu la naissance et suivi l'évolution, dans deux fascicules analogues dont celui-ci nous rappelle les conférences faites, lors de la première Exposition d'Électricité, en 1881, sous le timide patronage d'une « Réunion internationale des Électriciens », embryon de la Société internationale actuelle. Mais *Quantum mutatus ab illo!* Que de progrès depuis lors! Et comme ces ombres errantes à peine condensées ont pris une forme précise, en attendant que l'avenir concrète encore davantage une foule de points sans grand lien apparent jusqu'ici! Les survivants, déjà rares, de cette époque nous comprendront; les autres n'ont que faire de se reporter aujourd'hui à un temps dont les enseignements ne leur apprendraient pas grand'chose.

Passons donc et signalons, au contraire, cette très heureuse publication, comme il nous en est réservé de temps à autre, de *Conférences faites* l'an dernier *sous les auspices de la Société française de Physique et de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale* et dont les auteurs portent les noms fort goûtés du public et universellement estimés des Boucherot, Chaumat, Hillairet, Janet, Jumau, Picou, de la Touanne et Pierre Weiss. Comme dessus de panier, c'est assez bien réussi, et les titres des sujets respectivement choisis par chacun d'eux développeront encore l'avant-goût d'une lecture qui n'a pas besoin d'autre réclame. Je les cite en corrélation de l'ordre alphabétique suivi ci-dessus : « Principes généraux dans la construction des alternateurs », « Progrès récents de l'électrochimie », « Moteurs électriques dans l'industrie », « Tendances et recherches actuelles de l'électrotechnique », « État actuel de l'industrie des accumulateurs », « Principes généraux dans la construction des dynamos à courant continu », « État actuel de la téléphonie », « Progrès récents de l'éclairage électrique ». Plus logique sans doute est l'ordre, bien que simplement chronologique en apparence, adopté dans la publication; mais il importe peu : il existe, en effet, une telle harmonie entre les noms des auteurs et les sujets traités, que l'identification précédente est absolument inutile. Aussi bien le style et le mode de présentation de chacun d'eux suffiraient au lecteur connaissant tant soit peu ces rois de la conférence pour attribuer à chacun d'eux ce qui lui revient; et ce n'est pas là, pour un modeste littérateur un peu scientifique, le moindre charme de cette aimable collection. Chez l'un (et je change ici intentionnellement mon ordre de bataille), on reconnaît le maître habitué à parler, du haut d'une chaire élevée et bien entourée, un langage plus particulièrement poli; chez un autre, le savant plus étranger ou indifférent aux charmes de la période et de la diction; chez celui-ci, le personnage qui s'impose par la concision même et la précision plutôt incisive du discours; chez celui-là, l'ingénieur industriel sachant aimablement faire valoir son produit; chez les autres, tantôt l'incarnation de la puissance de conception, tantôt l'incorporation de spécialités plus définies jointe à l'agréable préoccupation de sortir de la banalité; chez tous, une maëstria et un puissant intérêt qui établissent le meilleur lien entre ces courtes études si disparates à première vue. E. Boistel.

L'Ozone, par Émile Guarini. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Plaquette de 24 × 16 cm ; 24 pages. — Prix : 2 fr.

L'inlassable M. Guarini nous envoie encore d'outre-mer un petit travail, dont l'importance matérielle sans cesse

décroissante, 24 pages seulement ici, au lieu de 26 que comportait sa précédente publication, finira peut-être par tomber à zéro, tout en restant au prix de 2 fr. Il y a loin de là à l'ouvrage antérieur sur le même sujet récemment publié par la même maison et qui, proportionnellement, devrait se vendre (ou plutôt ne pas se vendre) au prix modeste de 45 fr! Il en faut cependant, évidemment, pour tous les goûts et pour toutes les bourses, et ces petits abrégés scientifiques, bien faits, ne seraient pas ce qui, même à 2 fr, s'écoulerait le moins bien. Celui-ci a cependant, suivant nous, un défaut, c'est de sortir un peu trop du domaine physico-industriel qui est le nôtre, pour se lancer dans des considérations d'applications thérapeutiques susceptibles, comme tout ce qui n'est pas de science exacte, de paraître peut-être un peu hasardées aux gens du métier. La grande puissance comburante de l'ozone ne nous semble pas, en effet, *à priori*, très indiquée pour les affections à la cure desquelles on applique un air aussi pur mais aussi raréfié que possible ... Mais ne tombons pas nous-même dans le défaut reproché :

Ne sutor ultra crepidam!

Savetier je suis, savetier je reste. E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

365 640. — **Thomas.** — *Perfectionnements apportés aux convertisseurs électriques à vapeur* (10 avril 1906).

365 655. — **Hiorth.** — *Four continu de fusion à induction* (23 avril 1906).

361 610. — **Société Leclerc et Mabille.** — *Nouvel isolant électrique et moyen pour l'obtenir* (5 juillet 1905).

365 770. — **Roberts.** — *Système de téléphonie semi-automatique* (30 avril 1906).

365 780. — **Krestchamp.** — *Dispositif de fixation du corps désinfectant dans les pavillons de microphones* (30 avril 1906).

365 819. — **Batcheller.** — *Perfectionnements aux systèmes de tubes pneumatiques* (1er mai 1906).

365 820. — **Batcheller.** — *Perfectionnements aux mécanismes de commande pour systèmes de tubes pneumatiques* (1er mai 1906).

365 821. — **Batcheller.** — *Perfectionnements dans les systèmes de tubes pneumatiques* (1er mai 1906).

365 822. — **Batcheller.** — *Perfectionnements dans les systèmes de tubes pneumatiques* (1er mai 1906).

365 850. — **Stone.** — *Télégraphie sans fils* (3 mai 1906).

365 851. — **Stone.** — *Télégraphie sans fils* (3 mai 1906).

365 734. — **Meyer.** — *Dispositif de démarrage adapté à la partie induite des moteurs à induction à courant alternatif* (28 avril 1906).

365 740. — **Sahulka.** — *Dispositif d'actionnement par moteurs électriques ou autres appareils électriques d'utilisation* (28 avril 1906).

365 757. — **Von Bronk et Pieper.** — *Production de courants électriques à haute tension* (30 avril 1906).

365 796. — **Société dite : Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.** — *Machine à courant continu à pôles auxiliaires* (1er mai 1906).

365 854. — **Compagnie française Thomson-Houston.** — *Nouveau mode de fonctionnement des moteurs d'induction* (3 mai 1906).

365 674. — **Société des garages Krieger et Brasier.** — *Dispositif de captation du courant dans les magnétos ou dynamos* (26 avril 1906).

365 675. — **Société des garages Krieger et Brasier.** — *Distributeur de courant à haute tension* (26 avril 1906).

365 711. — **Bryant.** — *Trembleur pour bobines d'induction* (27 avril 1906).

365 713. — **Bernard et Tollet.** — *Système d'attache des supports d'isolateurs* (2 avril 1906).

365 788. — **Becker.** — *Interrupteur électrique à déplacement rectiligne* (30 avril 1906).

365 805. — **Hartenstein.** — *Four de fusion électrique* (1er mai 1906).

365 838. — **Pink.** — *Perfectionnements aux appareils pour la décomposition électrolytique de solutions de chlorures alcalins au moyen de cathodes en mercure* (2 mai 1906).

365 839. — **Bottomley et Paget.** — *Four électrique à résistance* (2 mai 1906).

361 627. — **Société Schneider et Cie.** — *Four électrique à induction par courants à haute fréquence* (13 juillet 1905).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône. — L'Assemblée générale annuelle de cette Société s'est tenue le 7 juin dernier, sous la présidence de M. Henry, président du Conseil d'administration.

L'exercice 1905 a marqué pour la Société un nouveau progrès. Les recettes, en effet, durant cet exercice se sont élevées à 3 674 082,20 fr, en plus value de 343 633 fr sur celles de l'exercice précédent.

Après avoir couvert l'intérêt des obligations et toutes les charges de l'exploitation, la Société s'est trouvée en face d'un bénéfice net de 1 471 717,43 fr, auquel il y a lieu d'ajouter le reliquat de 85 656,12 fr provenant de l'exercice 1904, ce qui donne un total de 1 557 373,55 fr.

Le Conseil a cru devoir porter à l'amortissement du compte spécial de premier établissement une somme de 363 120,09 fr; le solde bénéficiaire a donc été arrêté à 1 194 253,46 fr.

Cette somme a été répartie de la façon suivante :

Réserve légale	73 585,87 fr.
Provision pour renouvellement du matériel	100 000,00
Dividende de 19 fr par action	950 000,00
Report à nouveau	70 667,59
Total	1 194 253,46 fr

Durant l'exercice 1905 et avec ses propres moyens, la Société a continué la mise à niveau du plafond du canal et travaillé à son approfondissement dans la partie axiale, afin que les dépôts de vase et de sable amenés par les crues ne puissent changer le niveau du plafond normal. Ces travaux ont nécessité une dépense de 81 000 fr, y compris les achats de terrains devenus nécessaires. Cette somme a été portée au compte de premier établissement.

A l'usine de Cusset, deux nouvelles vannes perfectionnées ont été ajoutées, et il a été fait des améliorations d'outillages que comportent les progrès de la science électrique. Cette usine de Cusset considérée comme modèle, dit le rapport du Conseil, est l'objet constant de visites faites par des savants et personnages de tous pays.

Comme le Conseil l'avait annoncé dans son rapport de 1905, la construction de l'usine de secours a été commencée, dans le but de se garantir contre l'aléa des accidents et pour venir augmenter encore la puissance de l'usine hydro-électrique; mais cette perspective reste encore lointaine et, en attendant, la Société peut desservir de nombreux abonnés avant de recourir à ses réserves.

L'usine supplémentaire, dont il est question ci-dessus, doit être prête pour la mise en marche avant l'hiver 1906-1907.

A noter que les canalisations au 31 décembre 1905, atteignaient une longueur de 449 589 m.

Le tableau suivant, où est portée depuis 1899, avec le nombre des abonnés, la puissance de leurs installations de force motrice et de lumière, démontre la progression de l'exploitation.

	AU 31 DÉCEMBRE						
	1899.	1900.	1901.	1902.	1903.	1904.	1905.
Abonnements desservis :							
Force motrice (en chevaux).	2 910	6 955	9 580	11 480	13 075	14 295	16 532
Lumière (en lampes de 10 bougies). .	58 564	104 234	142 520	164 540	179 075	189 500	201 887
Nombre d'abonnés :							
Force motrice .	634	1 246	1 737	1 935	2 171	2 316	2 485
Lumière. . . .	1 368	2 905	4 695	5 528	6 372	6 901	7 440

L'usine de Cusset a produit en énergie électrique pendant les années suivantes :

En 1899.	30 121 141	kw-h.
1900.	95 932 200	—
1901	169 010 000	—
1902.	191 458 870	—
1903.	221 079 480	—
1904.	248 992 130	—
1905.	296 378 560	—

Voici maintenant comment s'établit la situation financière de la Société :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1905

Actif.

Premier établissement :	
Terrains et canal de dérivation	26 172 606,10 fr.
Installation hydro-électrique, réseau de canalisations, etc.	17 863 462,17
A reporter.	44 036 068,27 fr.
Report.	44 036 068,27 fr.
Compte spécial de premier établissement :	
Frais de constitution et d'émission : intérêts intercalaires; profits et pertes de 1899; prime de remboursement sur obligations 5 pour 100	7 519 605,12
Matériel, mobilier et outillage.	334 471,70
Moteurs, compteurs et magasin	1 146 708,21
Recettes en recouvrement.	727 373,29
Avances à l'enregistrement	96 895,85
Cautionnement à l'État	100 000,00
Caisse et banquiers	1 302 347,80
Total.	55 263 468,24 fr.

Passif.

Capital	25 000 000,00 fr.
Obligations 4 pour 100.	21 999 770,00
Obligations 5 pour 100 non présentées au remboursement.	9 000,00
Coupons à payer	46 441,94
Intérêts courus sur obligations.	265 955,00
Fournisseurs, comptes ordinaires, et retenues de garantie.	446 634,23
Amortissement sur compte spécial de premier établissement	2 536 879,91
Réserve légale.	117 666,11
Coupons sur actions à l'échéance du 1er janvier 1906	283 747,50
Profits et pertes :	
Reliquat des exercices antérieurs	84 656,12
Bénéfices nets de l'exercice 1905.	1 471 717,43
Total.	55 263 468,24 fr.

En outre, les actionnaires présents à l'Assemblée, sur la proposition du Conseil d'administration, ont adopté les résolutions suivantes :

Première résolution. — L'Assemblée générale, après avoir entendu le rapport du Conseil d'administration et celui des commissaires, les approuve dans toutes leurs parties, ainsi que le bilan et les comptes de l'exercice 1905 tels qu'ils viennent d'être présentés par le Conseil, et donne décharge pleine et entière aux administrateurs de leur gestion.

Deuxième résolution. — L'Assemblée générale fixe le dividende de l'exercice 1905 à 19 fr par action, qui seront payés en deux fractions égales, sous déduction des impôts, les 1er juillet prochain et 1er janvier 1907, et décide que le reliquat du compte de Profits et Pertes, s'élevant à 70 667,59 fr, sera reporté à l'exercice en cours.

Troisième résolution. — Après avoir entendu les explications du Conseil, l'Assemblée générale, en conformité de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, approuve les marchés ou opérations faites avec la Société, ou pour son compte, par MM. les administrateurs qui ont un intérêt direct ou indirect dans ces marchés ou opérations. Elle leur donne, pour ceux à venir, l'autorisation voulue par la loi.

Quatrième résolution. — L'Assemblée générale réélit M. Augustin Falcouz, administrateur sortant, comme administrateur pour une période de six années.

Cinquième résolution. — L'Assemblée générale réélit M. J. de Boissieu, administrateur sortant, comme administrateur pour une période de six années.

Sixième résolution. — L'Assemblée générale nomme M. Raabe, ingénieur des arts et manufactures, et R. Rochard, fondé de pouvoirs de la maison Demachy et F. Seillière, commissaires pour la vérification des comptes de l'exercice 1906, avec faculté pour chacun d'eux, d'accomplir seul son mandat en cas d'empêchement de son collègue et avec les mêmes émoluments que pour l'exercice précédent.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

57 988. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 354 25 Septembre 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 212 ter, boulevard Pereire. — Paris. TÉLÉPHONE 536-02	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

CHANGEMENT D'ADRESSE

Le Siège de la RÉDACTION de **L'Industrie électrique** *est transféré chez :*

M. É. HOSPITALIER, 212 ter, boulevard Pereire.
(*Porte-Maillot.*) **Paris.**

TÉLÉPHONE 536-02

Nous prions nos Confrères de vouloir bien nous y adresser leurs numéros d'échange.

Tout ce qui concerne l'ADMINISTRATION (abonnements, achats de numéros, annonces, etc.), doit être adressé à **M. LAHURE, 9, rue de Fleurus, Paris.**

INFORMATIONS

Câbles industriels isolés au papier ou au caoutchouc. — Les câbles industriels actuels utilisés au transport de l'énergie électrique et fonctionnant sous une tension comprise entre 6000 et 12 000 volts et à la fréquence de 25 périodes par seconde, sont actuellement fabriqués avec un isolement en caoutchouc ou en papier imprégné. Les avantages et les inconvénients respectifs de ces diélectriques justifient leurs applications suivant les circonstances, car si les câbles isolés au papier sont moins coûteux que les câbles isolés au caoutchouc et durent aussi longtemps que leur enveloppe protectrice, ils se détruisent rapidement avec cette enveloppe et ne peuvent s'employer que sur les lignes où l'on n'a pas à redouter les effets d'électrolyse. Le caoutchouc résiste même lorsque l'enveloppe est détruite, mais il ne doit pas être porté à une température dépassant 65 à 70° C sans perdre ses qualités isolantes, tandis que l'isolement au papier peut atteindre 90° C sans détérioration.

Mais le papier manifeste surtout ses qualités au point de vue de sa faible capacité inductive spécifique et de sa faible perte par hystérésis diélectrique. Des essais récents faits par la *New York Edison C°* sur deux câbles isolés l'un au papier, l'autre au caoutchouc, sous une tension de 6400 volts à la fréquence de 25 p : s, ont fourni les résultats suivants :

	Câble isolé au papier.	Câble isolé au caoutchouc.
Longueur du câble, en m.	3335	7540
Section du conducteur, en mm².	160	160
Épaisseur de l'isolant, en mm.	8	8
Température de l'expérience, en degrés C.	27	27
Courant de charge du câble, en ampères. .	0,47	2,16
Puissance dissipée, en w	312,6	4260
Puissance linéaire dissipée, en w : m. . . .	0,094	0,565

Il résulte de ces chiffres une supériorité très marquée du câble au papier sur le câble au caoutchouc, mais il reste à savoir si, en modifiant la fabrication, la supériorité du papier se conserve. Nous le souhaitons volontiers car, avec l'effrayante consommation de caoutchouc faite par l'automobile, l'accroissement de prix de l'isolant naturel rendra bientôt son emploi prohibitif pour les canalisations électriques industrielles : un succédané meilleur et plus économique que le caoutchouc sera donc le bien venu.

Gaz pour moteurs. — C'est en 1879, que fut installée la première usine à gaz pauvre par Dawson. Le gaz pauvre a une puissance calorifique de 1000 à 1200 calories par m³. La nécessité d'avoir dans de telles installations une chaudière à vapeur et un gazomètre était un grand désavantage et aujourd'hui on emploie presque exclusivement des gazogènes à aspiration.

C'est vers la fin du siècle dernier que commencèrent les premiers essais d'installations avec aspiration du gaz. Julius Pintsch en installa pour une usine électrique belge. En 1900, à l'Exposition de Paris, Taylor exposa un gazogène à aspiration dont les excellents résultats engagèrent les fabricants de machines à gaz de s'occuper de la question.

On utilise également le gaz des hauts fourneaux. Quand un haut fourneau donne une tonne de fonte, il produit de 4000 à 4500 m³ de gaz, dont 2000 sont nécessaires au chauffage du four lui-même.

De sorte que pour chaque tonne de fer produite, il reste disponible de 2000 à 2500 m³ de gaz. Un haut fourneau d'une production moyenne journalière de 150 tonnes de fer fournit donc, en 24 heures, 600 000 m³ de gaz dont 300 000 sont disponibles. Ceci correspond à une puissance moyenne de 3000 poncelets en employant directement des moteurs à gaz. Le pouvoir calorifique du gaz de haut fourneau est de 900 à 1000 calories par m³.

La production totale de la fonte a été, en 1900, de 40 millions de tonnes, de sorte que la puissance moyenne disponible en utilisant le gaz disponible pour faire fonctionner directement des moteurs aurait été de 3,4 à 3,5 millions de poncelets. Si on avait brûlé ce gaz dans des chaudières, la puissance obtenue aurait été inférieure de plus de moitié. Pour obtenir une pareille puissance au moyen de machines à vapeur on devrait brûler 23 millions de tonnes de charbon par an.

Les conditions sont tout à fait analogues pour le gaz des fours à coke, le gaz a un pouvoir calorifique beaucoup plus élevé, il atteint de 3000 à 4500 calories par m³. Le volume du gaz produit est très variable, suivant le four employé, il est en moyenne de 75 à 100 m³ par tonne de coke. Une batterie de 100 fours, brûlant chacun 8 tonnes de coke pour une durée de fabrication de 48 heures peut donner 1300 à 1700 m³ par heure. Avec un moteur on peut obtenir d'une manière continue une puissance de 1500 à 2000 poncelets. En Autriche, la production du coke, en 1904, a été de 1,3 million de tonnes, ce qui correspond à une puissance continue de 18 000 à 25 000 poncelets.

On commence à utiliser le gaz naturel qui se trouve près des sources de pétrole et qui a une puissance calorifique de 8000 à 9000 calories par m³.

Le gaz d'huile ou gaz gras obtenu par distillation des pétroles ou de la houille a une puissance calorifique de 9000 à 10 000 calories par m³.

On peut donc classer les gaz les plus importants pour le service des moteurs, d'après leur pouvoir calorifique de la manière suivante :

Gaz d'huile.	10 000	calories par m³,
Gaz d'éclairage	5 000	—
Gaz de fours à coke	4 850	—
Gaz à l'eau	2 500	—
Gaz pauvres.	1 200	—
Gaz de hauts fourneaux	950	—

Sur la production économique de la force motrice par l'emploi de moteurs thermiques combinés. — Les procédés actuellement employés pour transformer l'énergie thermique produite par la combustion du charbon en énergie mécanique, sont au nombre de trois :

Moteurs à vapeur à piston,
Turbines à vapeur;
Moteurs à gaz pauvre.

D'après une étude récente faite par M. Stott sur les *Power plant economies*, le bilan thermique actuel de ces trois procédés pris isolément s'établit comme suit, lorsque ces moteurs sont utilisés à la production de l'énergie électrique par grandes unités.

Moteurs à vapeur à piston :

Pertes.	Centièmes.	
Pertes par les cendres	2,4	
Pertes par la cheminée.	22,7	
Pertes par radiation de la chaudière et fuites de vapeur.	8,0	
Restitution par le réchauffeur d'alimentation . .	»	3,1
Restitution par l'économiseur.	»	6,8
Dépenses pour la circulation	1,6	
Dépenses pour l'alimentation	1,4	
Fuites et pertes dans les conduites à haute pression.	1,1	
Dépenses et pertes auxiliaires.	0,8	
Pertes dans les frottements du moteur	0,8	
Pertes électriques	0,3	
Pertes par radiation du moteur.	0,2	
Énergie thermique versée dans le condenseur . .	60,1	
Énergie fournie par le combustible.	»	100
Totaux.	99,4	109,9
Énergie disponible aux bornes du tableau de distribution	10,5	

M. Stott estime que l'on pourrait améliorer le fonctionnement des moteurs à vapeur à piston et réduire de 12 centièmes les pertes par la cheminée, de 5 centièmes les pertes par radiation et fuite de la chaudière, et de 6 centièmes les pertes dans le moteur en utilisant la surchauffe. Le rendement passerait ainsi de 10,5 centièmes à 14,44 centièmes.

Turbine à vapeur. — Une turbine à vapeur de 6000 kilowatts fonctionnant à pleine charge sous une pression de 12 kg : cm², un vide de 70 cm de mercure (contre-pression de 6 cm de mercure ou de 82 g : cm²) et une surchauffe de 110° C. consomme 6,64 kg de vapeur pour produire 1 kilowatt-heure.

Moteurs à gaz pauvre. — Le bilan thermique des grands moteurs à gaz pauvre actuels s'établit comme suit :

	Centièmes.
Pertes dans le gazogène et les organes auxiliaires. . .	20
Pertes dans l'eau de refroidissement et les enveloppes	19
Pertes dans l'échappement des gaz.	30
Pertes dans les frottements du moteur.	6,5
Pertes dans le générateur électrique.	0,5
Total des pertes.	76
Énergie électrique disponible aux bornes.	24
Total.	100

On peut, dans une installation importante, combiner ces types divers de moteurs en associant, par exemple, un moteur à piston et une turbo-dynamo, ou un moteur à gaz pauvre et une turbo-dynamo. M. Stott démontre que cette dernière association permettrait de produire l'énergie électrique à un prix de revient égal à *la moitié* environ de son prix actuel. Nous reviendrons plus en détail sur cette importante question.

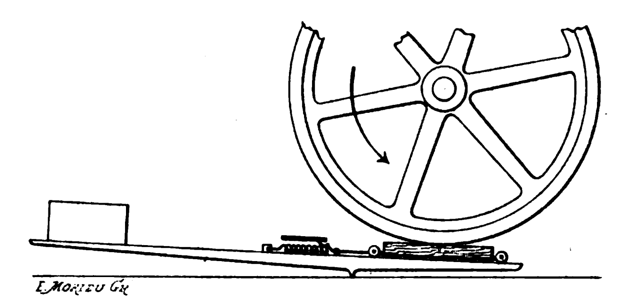
Nouveau dynamomètre d'absorption. — Cet appareil constitue, croyons-nous, le dispositif le plus simple et le plus économique que l'on puisse concevoir, tout en présentant une très grande exactitude.

On voit qu'il est constitué par un levier portant à une de ses extrémités une semelle de frottement montée sur un petit chariot qui est attaché d'une part à un peson, et d'autre part fixé sur le levier. En pratique, la semelle de frottement est disposée sous la jante du volant du moteur à essayer, le point d'appui repose sur le sol et la charge du frein est variée en déplaçant un poids mobile sur l'autre extrémité du levier. Le montage et le réglage de l'appareil sont des plus simples,

et le *range*, ou étendue des mesures, très grand. La formule donnant la puissance est des plus simples :

$$P = \frac{Fv}{100} = \frac{Fr\omega}{100} \text{ poncelets.}$$

F étant la force lue sur le ressort, en kg;
v, la vitesse à la jante, en m : s;
r, le rayon de la poulie, en m;
ω, la vitesse angulaire, en radians par seconde.



On n'a, dans ce dispositif, aucune correction plus ou moins juste relative à l'épaisseur de la courroie, car l'effort résistant est appliqué sur la jante dont le rayon est très exactement connu.

Vitesses sur les chemins de fer d'intérêt local et les tramways. — M. E. Kráza, inspecteur général des Chemins de fer d'intérêt local de la Bukowine, Czernowitz, a présenté au Congrès international des Tramways et des Chemins de fer d'intérêt local qui vient de se tenir à Milan, du 17 au 21 septembre, un Rapport relatif à la vitesse maxima des trains sur ces voies ferrées spéciales.

En résumé, des renseignements qui ont été fournis à M. Kráza par les exploitations de chemins de fer vicinaux et d'intérêt local, il résulte qu'en général la plus grande vitesse permise pourrait être :

a. Sur siège spécial, 30 à 40 km : h; lorsque ces lignes ont un trafic voyageurs intense et que les conditions d'exploitation sont favorables, cette vitesse maximum pourrait être portée à 50 km : h;

b. Sur route en pleine campagne : 30 à 35 km : h;

c. Sur route dans les artères peu bâties des agglomérations : 15 à 20 km : h;

d. Sur route dans les artères complètement bâties des agglomérations : 10 à 15 km : h.

La vitesse maxima indiquée en *a* est généralement motivée par des considérations économiques qui, dans de nombreux cas, donnent à cette vitesse maxima une limite inférieure à celle imposée par la sécurité du service. En ce qui concerne les vitesses maxima indiquées en *b*, *c* et *d*, celles-ci s'expliquent par la sécurité à accorder à la circulation générale des rues.

Les exploitations de tramways se prononcent, en général, pour les vitesses maxima suivantes :

a. Sur siège spécial : 30 à 40 km;

b. Sur route en pleine campagne : 25 à 30 km;

c. Sur route dans les artères peu bâties des agglomérations : 15 à 20 km;

d. Sur route dans les artères complètement bâties des agglomérations : 10 à 20 km.

En général, les exploitations de tramways ne voient aucun avantage à élever les vitesses indiquées en *a* et *b*; par contre, nombreuses sont les exploitations qui estiment que la vitesse pourrait être plus élevée dans les agglomérations, exception faite toutefois lors du passage dans les rues étroites et à forte circulation, de fortes pentes et courbes, etc. Cette élévation de vitesse impliquerait cependant une plus grande attention de la part du public et surtout une réglementation plus sévère de la circulation charretière. Comme les exploitations de tramways ne sont presque exclusivement utilisées que pour le trafic voyageurs, leur désir de pouvoir rouler à une vitesse plus accélérée semble d'ailleurs compréhensible, car toute augmentation de vitesse à l'intérieur des agglomérations dessert les intérêts, non seulement de l'exploitant, mais aussi du public.

Signalons que plusieurs exploitations importantes se prononcent, en motivant leur avis, contre les vitesses trop réduites, même dans les artères complètement bâties des agglomérations.

La *Grosse Berliner Strassenbahn* fait remarquer que, dans certaines rues à circulation très intense, la vitesse normale n'est que de 10 à 11 km : h; il s'ensuit que les voitures du tramway sont souvent dépassées par les véhicules ordinaires marchant au petit trot, et encombrent inutilement la chaussée. Aussi, les autorités du contrôle ont-elles permis, pour certaines rues, de porter la vitesse à 12 km : h. Dans les rues à circulation moins intense, les voitures marchent à la vitesse de 12 à 16 km : h; dans les faubourgs et localités suburbaines, à la vitesse de 16 à 20 km : h. Les Tramways de Berlin ajoutent qu'il y aurait danger pour la circulation générale des rues à augmenter encore ces vitesses.

L'*Union technique des Chemins de fer d'intérêt local et des Tramways de France* est également adversaire d'une vitesse trop modérée pour les tramways, car, d'après elle, une vitesse trop modérée favorise l'inattention du public; au contraire, dès que celui-ci verra la vitesse augmentée, il aura l'impression du danger et se garera plus vite et mieux; le nombre des accidents ainsi diminuera.

Un grand nombre d'exploitations estiment qu'une augmentation de la vitesse dans les exploitations de tramways serait très possible, si l'on avait soin de réglementer la circulation charretière des rues, et surtout si l'on faisait en sorte que cette réglementation fût convenablement observée.

L'électrolyse des conduites de gaz. — La question de l'électrolyse des conduites de gaz par les courants vagabonds des tramways et chemins de fer électriques préoccupe les Compagnies de gaz. L'*American Gas Light Association* a constitué une Commission spéciale pour étudier la question et, en juin 1906, cette Commission a adopté à l'unanimité les conclusions suivantes :

1° Les Compagnies de tramways électriques devraient être rendues responsables, par une clause de leur cahier des charges, de tous les dommages résultant de la non-application des règles imposées par ces cahiers des charges ou par la loi, et passibles de poursuites devant les tribuneux ou de déchéance, chaque fois qu'elles ne se conformeraient pas aux dites prescriptions en ce qui concerne le retour du courant;

2° Pour préserver les conduites et autres pièces métalliques établies dans le sol contre les dommages résultant de l'électrolyse par les courants vagabonds, il faudrait que les Compagnies de tramways fussent obligées à n'employer dans les centres habités que des conducteurs parfaitement isolés électriquement, et ces Compagnies pourraient alors être déchargées de la responsabilité pour les faits d'électrolyse, tant que ces conducteurs seraient réellement entretenus en bon état;

3° Dans les localités peu importantes, où les circonstances locales s'y prêteront, ou dans lesquelles les pièces susceptibles de détérioration par électrolyse seront peu nombreuses et de peu de valeur, on pourra employer les rails comme conducteurs de retour, en se soumettant aux prescriptions du paragraphe 1, pourvu :

a. Que la différence de potentiel entre les deux extrémités des rails soit peu élevée, et assez réduite, au moyen de câbles de retour et de connexions aux joints, pour éviter les fortes dérivations de courant (Le Comité ne peut pas déterminer

cette différence de potentiel, mais la Commission allemande recommande 1 volt comme différence de potentiel maxima);

b. Que les rails soient posés sur des fondations ou supports, de façon à augmenter autant que possible la résistance entre eux et la terre;

c. Qu'on assure effectivement l'observation des règlements ci-dessus par une surveillance active et vigilante.

Dans les communes rurales, où aucune pièce métallique capable de se détériorer par électrolyse ne se trouve dans le sol, on pourra toujours et en toutes circonstances, se servir des rails comme conducteurs de retour.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Argenton (Indre). — *Éclairage électrique.* — Le dossier de la construction de l'usine hydro-électrique et du barrage sur la Creuse destiné à produire la lumière électrique pour l'éclairage de la ville vient d'être déposé chez M. Gérald, architecte communal à Argenton, et à Limoges, chez M. Mignot, électricien, 26, rue du Consulat, où les intéressés peuvent en prendre connaissance. Le devis s'élève à la somme de 81 000 fr.

Arles. — *Traction électrique.* — Nous apprenons qu'une enquête d'utilité publique est ouverte à la mairie d'Arles pour l'établissement d'une ligne de tramways à traction électrique, entre la gare des chemins de fer de la Camargue et le boulevard des Lions, à Arles.

Auxerre. — *Chemin de fer électrique.* — Le projet de chemin de fer électrique dans le département de l'Yonne, dont nous avons déjà parlé, commence à prendre tournure; dernièrement, à une séance du Conseil général, M. Javal, rapporteur, au nom de la Commission, a soumis un projet de délibération :

Approuvant les projets de contrats présentés;

Invitant M. le Préfet à mettre aux enquêtes pour exécution rapide, la section de la ligne à traction électrique Auxerre-Courson, et à présenter au Conseil un rapport détaillé sur l'amélioration des communications entre Joigny et La Puysaye, amélioration qui doit être assurée en même temps que la concession de nouvelles lignes.

Le Conseil général adopte.

Bourgoin (Isère). — *Traction électrique.* — Il paraît que la traction à vapeur n'est pas très en faveur auprès des municipalités; c'est ainsi qu'au sujet de la ligne de Bourgoin à Châteauvillain, en réponse à la demande qui leur en a été faite, les communes intéressées ont déclaré ne vouloir voter aucune subvention que lorsque le mode de traction électrique aura été adopté.

Cette décision sera communiquéè aux concessionnaires.

Caen. — *Traction électrique.* — Au cours d'une des dernières séances du Conseil général, M. Boivin-Champeaux, rapporteur, au nom de la Commission des travaux publics, donne lecture du projet d'une délibération concernant la proposition de la Société des chemins de fer pour l'établissement d'un tramway de Saint-Laurent-sur-Mer à Port-en-Bessin et de Dives à Honfleur.

Le tramway fonctionnera électriquement; la décision du rapporteur est catégorique à cet égard. On demande si la Société des chemins de fer du Calvados a été mise en demeure.

M. le Préfet répond que, quand elle a été mise en demeure, elle n'a pas répondu. Il ajoute que ce fait s'est passé d'ailleurs sous l'administration de ses prédécesseurs.

Le projet de délibération est mis aux voix et adopté.

Évreux. — *Éclairage.* — Nous apprenons que des pourparlers sont engagés, depuis quelque temps déjà, entre l'administration municipale d'Évreux et la Compagnie continentale du gaz, en vue de l'entreprise par celle-ci de l'éclairage électrique.

A la suite de la déconfiture de la Société privée qui avait entrepris cet éclairage dans deux îlots de la ville, et en présence des difficultés que le nouveau concessionnaire rencontre pour faire traverser par ses câbles la voirie urbaine, à cause du traité qui lie pour quinze ans encore la ville et la Compagnie, M. le maire a demandé à celle-ci si elle consentirait à fournir la lumière électrique en même temps que l'éclairage actuel, auquel cas la préférence lui serait donnée en vertu de son droit de priorité.

La Compagnie du gaz a répondu à cette ouverture avec beaucoup d'empressement et d'une manière favorable. Son administrateur général est même venu à Évreux pour en causer avec M. le maire. La Compagnie met pour condition à son acceptation définitive une prorogation du traité qui lui assure le monopole de l'éclairage à Évreux, pour un nombre d'années à déterminer; moyennant quoi, elle est toute disposée à produire, en même temps que le gaz nécessaire pour l'éclairage de la ville par le système actuel, l'électricité pour les particuliers qui préféreraient la lumière électrique, et auxquels elle la vendrait meilleur marché qu'ils ne l'ont payée jusqu'à présent.

Tout en conservant l'éclairage des rues par le bec Auër, elle installerait des lampes à arc dans les carrefours et sur les places publiques. Elle aurait même envisagé l'éventualité d'un service de voitures à traction électrique dont il fut question, il y a quelques années, et dont l'idée fut abandonnée, les auteurs du projet n'ayant point paru offrir des garanties suffisantes.

Il est certain qu'à ce point de vue la Compagnie continentale du gaz est à même, plus qu'aucune autre Société, d'inspirer toute confiance. Ses capitaux lui permettraient d'installer une usine électrique dans des conditions telles qu'elle pourrait largement suffire à tous les besoins présents et à venir. Nous savons qu'elle a acquis, en vue d'agrandissements éventuels, les vastes terrains de M. Fumierre, contigus à l'usine à gaz et d'une superficie de 2500 m².

La question sera probablement soumise, avant peu, à l'examen du Conseil municipal. Elle est actuellement à l'étude dans la Commission compétente dont certains membres auraient, dit-on, manifesté une opposition vraiment inexplicable.

Malzieu-Ville (Lozère). — *Station centrale.* — Le Conseil municipal de cette ville vient de s'occuper de la concession de l'éclairage électrique. Depuis longtemps les frères Megrouin, mécaniciens à Malzieu-Ville, se préoccupaient de trouver un ingénieur voulant établir un projet. Finalement ils ont exposés la question à M. Chava, ingénieur à Saint-Étienne, qui a soumis au Conseil un projet de traité de concession élaboré entre lui et M. le maire. Ce projet a été approuvé tel qu'il a été présenté.

Semur. — *Traction électrique.* — Un projet concernant l'établissement d'une ligne de tramways à traction électrique vient d'être présenté au Conseil général de la Côte-d'Or. Ce projet a été renvoyé pour études complémentaires à l'administration des travaux publics.



AUTOSYNCHRONISATION DES ALTERNATEURS

L'habileté nécessaire à la réussite du couplage en parallèle de deux machines synchrones et l'appréhension qu'éprouve l'électricien des conséquences éventuelles de la plus légère incorrection de manipulation à cet effet ont suggéré l'idée de chercher des méthodes de synchronisation réduisant le hasard impliqué par cette opération.

Quand deux alternateurs sont sensiblement régularisés au point de vue de la vitesse et de l'excitation, préalablement à la fermeture de l'interrupteur qui doit les coupler, il peut ne pas être possible de régler la vitesse de façon assez précise pour donner le temps raisonnable de fermer à l'instant voulu l'interrupteur parallélisant. Si celui-ci est fermé juste à la position de concordance de phases ou très près, et s'il n'y a pas de différence appréciable de vitesse angulaire entre les machines, le système n'en souffre nullement.

Une légère différence de vitesse angulaire n'a pas d'importance, pourvu qu'il soit possible de fermer l'interrupteur au moment voulu, et l'on a imaginé des dispositifs à cet effet. Quand il y a une différence de phases, la différence vectorielle de tension est mise en court-circuit à travers les deux machines. Ce court-circuit présente momentanément moins d'impédance que la somme des impédances synchrones des deux machines parce que la tension résultante ne peut être en relation convenable de phase avec l'induction magnétique de ces deux machines et peut ne pas l'être avec celle de l'une ou de l'autre. Il y a alors brusque irruption de courant supérieure à ce qu'indiquerait le quotient de la différence vectorielle de tension par les impédances synchrones des deux machines.

L'intensité momentanée actuelle est régie par la résistance et la réactance des enroulements d'armature considérées comme inductance sans noyau de fer, plutôt que par l'impédance synchrone, telle qu'on la mesure ordinairement. Le noyau de fer n'a pas en effet le temps de s'aimanter et de réagir contre la tension du système avant qu'il n'ait pu être causé un dommage sérieux; même avec une différence de phases modérée. Avec les grandes machines dont la résistance et la réactance par ou sans fer sont relativement faibles, il y aura plus de chances de dommage par synchronisation même légèrement inexacte, et ce dommage sera plus coûteux qu'avec de petites machines, par suite d'une brusque irruption de courant proportionnellement plus intense. Une différence de phases modérée, telle que 1/36e de période, peut être dangereuse. Si l'on admet comme limite de sécurité cette différence (dans un sens ou dans l'autre), on aura, en fermant l'interrupteur au hasard, dix-sept chances de dommage contre dix-huit.

C'est à éliminer cet aléa élevé d'accidents que se sont attachés MM. Morgan Brooks et Akers, et ils ont fait de leurs études à cet effet l'objet d'une intéressante communication, ici analysée, à la réunion du mois de mai dernier de l'*American Institute of Electrical Engineers* à Milwaukee.

Ils se sont proposés de permettre la fermeture, sans danger, à un moment quelconque, de l'interrupteur de parallélisation, sans qu'on ait à se préoccuper de l'égalité de vitesse angulaire ou d'excitation des machines. — Il est évident qu'on peut réduire à volonté l'intensité maximum de circulation en insérant une impédance suffisante entre les deux machines à synchroniser. Il est non moins évident que le pouvoir synchronisateur ou le couple tendant à maintenir les moteurs en concordance de phases en sera affecté; mais il restait à démontrer expérimentalement qu'il est possible de limiter cette intensité de façon satisfaisante, tout en conservant un pouvoir de synchronisation suffisant. Il n'existe pas de couple synchronisant tant que la concordance de phase est maintenue, et pour de petites fractions de période on peut admettre que ce couple est proportionnel à la différence de phases.

Steinmetz a montré que le pouvoir synchronisateur du courant qui peut circuler entre deux machines en parallèle sous la condition normale d'égale tension dépend du déphasage du courant dû à l'inductance de la trajectoire de court-circuit à travers les armatures des alternateurs. Pour réaliser ce retard du courant et son heureux effet, il faut rendre hautement inductive l'impédance à mettre en série entre les machines. Les auteurs ont essayé, mais sans grand succès, diverses inductances, telles que des bobines de transformateurs et des régulateurs de lampes à arc. Si l'on appliquait assez d'inductance pour prévenir une trop forte irruption brusque de courant, le courant synchronisateur voulu pour de légères différences de phases était trop faible; si, au contraire, on réglait l'inductance de manière à obtenir un bon pouvoir synchronisateur, il n'était pas prudent de fermer l'interrupteur à un écart angulaire beaucoup plus grand qu'on ne l'aurait fait sans elle. La plage de sécurité pour cet écart était néanmoins peut-être double.

Ils ont ensuite essayé d'une simple résistance dont l'effet a été, comme on pouvait s'y attendre, une perte de pouvoir synchronisateur, le courant de circulation n'ayant pas le déphasage voulu. L'emploi de condensateurs en série confirma la théorie ci-dessus ébauchée : les alternateurs se mettaient alors, en effet, à l'écart angulaire d'une demi-période et s'y maintenaient avec une persistance de nature à suggérer l'idée d'une facile synchronisation par l'emploi d'un commutateur-inverseur pour coupler les machines à l'écart angulaire nul. L'auteur a alors expérimentalement démontré que rien n'était plus simple que de synchroniser deux alternateurs par l'armature d'un troisième au repos; quand on amenait ensuite cette troisième machine au synchronisme de vitesse, elle se mettait d'elle-même en concordance de phase en constituant ainsi un système triphasé triangulaire. L'oscillographe a montré que, sous une même excitation, les

courbes de force électromotrice étaient sensiblement déphasées d'un tiers de période l'une par rapport à l'autre et que, en faisant varier l'excitation, on obtenait aisément un triangle contourné, de forme voulue quelconque, moyen simple de réaliser une différence vectorielle également quelconque de tension ou d'intensité, notamment si l'une des machines était une machine polyphasée employée comme alternateur simple dans un montage en triangle. Le couplage présentait une bonne stabilité : on pouvait séparer de leurs moteurs deux des alternateurs qui devenaient alors des alternomoteurs entraînant comme charge, dans ces conditions, leurs dits moteurs. L'oscillographe témoignait du parfait succès de l'expérience.

La synchronisation pour écarts de demi-période et de quart de période ainsi obtenue, les auteurs sentaient qu'il devait y avoir moyen de la réaliser à concordance de phase quand, finalement, il leur vint très opportunément à l'idée d'essayer d'une inductance dépourvue de tout noyau de fer. Elle devait assurer le déphasage voulu du courant et, en agissant instantanément en sa qualité de simple inductance, elle ne devait pas permettre une brusque irruption de courant dangereuse, même à la différence maximum de phase. Encouragés par un premier succès, ils trouvèrent, en réglant la valeur de cette inductance, que, pour une machine de 7,5 kw, le mieux paraissait être une valeur limitant l'intensité maximum à la moitié de sa pleine charge, au double point de vue et de la réaction sur le système, qui pouvait être une objection, et de l'action synchronisante.

Des expériences faites à la fréquence de 60 périodes par seconde ont donné des résultats aussi satisfaisants que possible. On a pu fermer l'interrupteur parallélisant deux machines alors que celle à mettre en concordance de phase était au repos, après quoi on pouvait la faire démarrer avec une excitation approximative. En atteignant la vitesse de synchronisme, elle se mettait ensuite automatiquement et doucement en concordance de phase avec une énergie inespérée. On pouvait alors régler l'excitation et couper l'inductance introduite.

On peut faire remarquer ici que le courant de circulation entre deux machines reliées ensemble directement avec une différence d'écart angulaire, n'est nullement égal à celui qui circulerait momentanément si les machines étaient couplées à la même différence vectorielle; autrement dit, il n'y a pas, pour la machinerie, le même danger à actionner deux alternateurs séparés qu'à les coupler à un grand écart angulaire. La nature presque non inductive de l'impédance synchrone de deux grands alternateurs au premier instant de fermeture de l'interrupteur est le point critique de synchronisation.

Dans le cas d'un convertisseur synchrone, que l'on fait démarrer du côté courant continu, on reconnaît que le procédé ici exposé introduit une difficulté qui ne se présente pas quand on fait démarrer autrement le convertisseur; c'est la tendance éventuelle du convertisseur à s'emballer comme un moteur à courant continu, par suite de l'affaiblissement de son champ inducteur et de l'augmentation du courant d'induit qui en est la conséquence. On élimine aisément cette fâcheuse tendance en employant une seconde inductance reliée en série avec l'armature à courant continu, en plus du démarreur. Celle-ci doit être à noyau de fer; elle agit en empêchant l'irruption de courant due à un affaiblissement quelconque du champ. Cette action n'a besoin d'être que momentanée, le convertisseur n'ayant plus tendance à s'emballer dès qu'il est amené à la concordance de phase. Il a été reconnu désirable de réaliser la concordance de vitesse du convertisseur un peu au-dessous de la vitesse de synchronisme, ou tout au plus à la même valeur, auquel cas la fermeture de l'interrupteur au hasard réussit uniformément comme pour les générateurs synchrones. Cette condition, parfaitement normale dans l'opération, n'y apporte aucune complication. On peut établir que si l'on synchronise à l'aide de condensateurs sur un écart angulaire d'une demi-période, un convertisseur n'a aucune tendance à s'emballer à une différence quelconque au-dessus ou au-dessous du synchronisme.

Bien que n'ayant pas encore été expérimentée sur les convertisseurs de fréquence, il est probable que cette méthode de synchronisation par inductance sans noyau leur est particulièrement applicable.

En tout cas, tout en prônant leur procédé, les auteurs tiennent essentiellement à ne pas laisser croire qu'ils préconisent la fermeture de l'interrupteur au hasard. Si l'opérateur ferme, comme on le fait jusqu'ici, l'interrupteur sensiblement au moment de moindre perturbation, il en résultera une amélioration de l'opération. Il saura que toute erreur d'appréciation de sa part n'aura d'autre conséquence qu'un trouble presque imperceptible dans le système, au lieu du désastre précédemment possible. Une différence considérable dans l'excitation de deux machines n'a d'ailleurs aucun inconvénient, puisque la tension peut se régler après synchronisation. Délivré de toute anxiété, l'opérateur s'acquittera de sa tâche avec plus de calme et de confiance, et il arrivera à une moyenne plus élevée de bonnes manipulations. Il lui faudra en outre moins de temps et l'emploi d'un synchronoscope est inutile, les indications de la lampe étant bien assez précises. L'inductance en question peut se monter à volonté, dans les circuits primaires ou secondaires des alternateurs; et, malgré une valeur différente suivant le cas, la masse de fil dans les bobines sera sensiblement la même dans les deux cas, exactement comme, dans un transformateur, les masses des enroulements primaire et secondaire sont approximativement égales.

Le prix de revient d'une inductance convenable sans noyau est des plus faibles, une haute densité de courant étant sans danger, vu le peu de durée de l'échauffement tout à fait passager. Il est impossible, en effet, pour les machines, de maintenir une différence vectorielle sensible dans des conditions normales. Les essais montrent qu'une bobine plate de grand diamètre pour autosynchronisation ne doit pas coûter plus d'un centième de la

valeur de la machine à synchroniser, et une seule bobine peut suffire pour toute une station. Vu les avantages que présente son application, un dispositif de ce genre est donc d'un coût négligeable. L'inductance à intercaler du côté courant continu d'un convertisseur à synchroniser est du même ordre de grandeur que celle à mettre du côté courant alternatif, mais il n'est pas absolument sûr d'en fixer d'avance la valeur réelle.

Des expériences ont été faites avec un égal succès sur divers types de convertisseurs et d'alternateurs, même sur des alternateurs à réluctance variable. La dissemblance de la forme des ondes ne crée aucune difficulté. Un certain effet pendulaire auquel on se heurtait toujours dans une série d'expériences de synchronisation régulière disparaissait même avec la nouvelle méthode, et il est, en réalité, plus facile de relier en parallèle deux alternateurs à l'aide d'une inductance sans noyau en série que de relier aux barres collectrices d'un tableau de distribution un second générateur à courant continu. Les auteurs n'ont, dans leurs expériences, introduit d'inductance que dans un seul circuit, bien qu'on puisse évidemment l'appliquer dans toutes les phases si ce mode de faire présentait quelque avantage.

Nous ne pouvons que regretter, en terminant, que ces résultats tout récents n'aient pas encore permis la reproduction des courbes obtenues à l'oscillographe qui révèlent, dit-on, une remarquable allure des alternateurs pendant cette autosynchronisation. B. E.

DYNAMOS A COURANT CONTINU
A POLES AUXILIAIRES

(SUITE ET FIN) [1]

COMMUTATION. — CALCUL DES ENROULEMENTS

Les forces électromotrices induites dans la section en court-circuit et les chutes de potentiel entrant en jeu sont :

e_s, force électromotrice de self-induction et d'induction mutuelle;

e_a, force électromotrice induite par le déplacement de la section dans le champ créé, sous les pôles auxiliaires, par les forces magnétomotrices des pôles principaux, des pôles auxiliaires et de l'induit.

e_r, chute de potentiel due aux résistances de la section, des connexions, du contact des balais et des balais.

De toutes ces résistances, celle qui provient du contact des balais est de beaucoup la plus importante lorsqu'on emploie des frotteurs en charbon, ce qui est le cas général.

Différents essais, et en particulier ceux qui ont été entrepris au Laboratoire central d'électricité, n'ont révélé aucune différence de potentiel appréciable entre les points d'une tranche du charbon, parallèle à la surface frottante, et très voisine de celle-ci. Au point de vue de la commutation, la résistance des balais en charbon peut donc être légitimement considérée comme se réduisant à une résistance de contact. Les résistances de l'enroulement lui-même et des connexions sont négligeables devant elle, à moins qu'il ne soit fait intentionnellement emploi de connexions résistantes, dans le but d'améliorer le fonctionnement des balais; mais ce ne sera évidemment pas le cas pour une machine du type qui nous occupe.

On aura :

$$e_s + e_a + e_r = 0.$$

Proposons-nous de régler le flux du pôle auxiliaire de façon à satisfaire à l'équation

$$e_s + e_a = 0.$$

Il en résultera $e_r = 0$, condition favorable à une bonne commutation.

En effet, désignons par (ρl) le produit, constant pour un charbon donné, de la résistance au contact par la surface frottante [1] ;

i, le courant traversant la surface s du charbon (fig. 1);

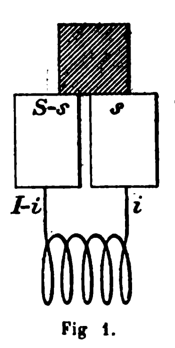


Fig 1.

$I - i$, le courant traversant la surface $S - s$;
S, la surface totale du charbon;
I, le courant recueilli par ce charbon.

On aura :

$$e_r = i\frac{(\rho l)}{s} - (I - i)\frac{(\rho l)}{S - s} = 0, \qquad (1)$$

d'où on tire :

$$\frac{i}{s} = \frac{I}{S}. \qquad (2)$$

Si la largeur du charbon est égale à la largeur d'une lame, l'équation (1) et par suite l'équation (2) seront applicables à chaque instant, et la densité du courant $\frac{i}{s}$ restera constante sous le balai pendant toute la durée de la commutation.

De plus, dans la section court-circuitée, le courant variera linéairement en fonction du déplacement ou du temps.

---

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, 1906, n° 353, p. 404.

[1] Le symbole (ρl) a été choisi pour rappeler les dimensions de a grandeur considérée, résistivité. longueur.

On sait que les étincelles au collecteur sont causées principalement par une densité de courant exagérée sous l'arête du balai, au moment où celle-ci aborde ou va quitter une lame.

Si la densité de courant reste constante, sa valeur sera sans aucun doute favorable à une bonne commutation, à moins que le collecteur ne soit insuffisant, et les charbons de section trop réduite pour livrer passage au courant normal sans échauffement dangereux. Dans ce cas, la machine serait de construction vicieuse et son mal sans remède.

Si nous portons en abscisses (fig. 2) les positions suc-

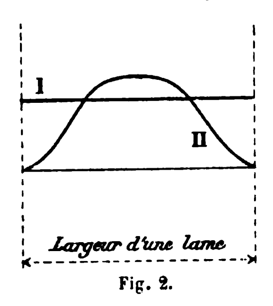


Fig. 2.

cessives occupées par l'arête du balai et en ordonnées les valeurs de la densité du courant sous cette arête, nous obtiendrons, dans les conditions où nous sommes placés une horizontale (I).

Il serait encore préférable que la densité de courant fût représentée par une courbe telle que II et s'annulât au moment où l'arête aborde ou quitte la lame, la tendance à la formation de petits arcs en serait encore diminuée.

Les variations du courant dans la section en court-circuit seraient alors représentées par une courbe telle que B au lieu de la ligne droite A (fig. 3).

Pour obtenir ce résultat il faudrait induire dans la

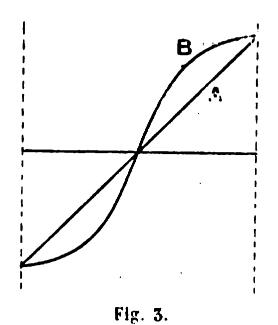


Fig. 3.

section une force électromotrice de même sens que le courant, c'est-à-dire retardant le phénomène, pendant la première partie de la commutation, et changeant de signe pendant la seconde partie. En donnant aux pièces polaires des pôles auxiliaires une forme appropriée, cette condition pourrait être facilement réalisée, mais dans la plupart des cas il ne sera pas nécessaire de recourir à cet artifice.

On voit donc, ainsi que nous le disions plus haut, que la condition $e_s + e_a = 0$ est suffisante pour assurer une bonne commutation, et que le projet de pôles auxiliaires se réduit au calcul d'une force électromotrice de self-induction e_s, et à la détermination d'un enroulement créant un flux capable d'induire dans la section une force électromotrice égale et de signe contraire à e_s.

Nous supposerons dans ce qui va suivre que nous avons affaire à un induit denté, enroulé en tambour imbriqué, comportant par conséquent autant de paires de circuits en parallèle que de paires de pôles et autant de lames au collecteur que de sections.

Nous supposerons en outre que le nombre d'encoches est égal au nombre des sections et que les balais sont calés suivant l'axe des pôles auxiliaires; qu'il y a autant de pôles auxiliaires que de pôles principaux, et que les sections embrassent exactement l'arc polaire, de façon que les pôles auxiliaires agissent simultanément sur chacun des faisceaux de conducteurs qui les composent.

Il est nécessaire de préciser ainsi les conditions du problème si on veut présenter des calculs permettant de passer directement à une application numérique ; mais il peut s'offrir un grand nombre de cas différents.

On peut avoir affaire à un enroulement ondulé avec plus ou moins de paires de circuits en parallèle que de paires de pôles; à un enroulement imbriqué dans lequel la section n'embrasserait pas exactement l'arc polaire, les pôles n'agissant alors que sur un des faisceaux de conducteurs de la section et deux positions distinctes des balais étant possibles. Enfin dans chacune de ces hypothèses la dynamo pourrait comporter un nombre de pôles auxiliaires égal ou moins grand que celui des pôles principaux.

Toutes ces combinaisons sont admissibles et donneraient lieu à des calculs analogues à ceux qui vont suivre, dans lesquels nous supposerons d'abord les pôles auxiliaires feuilletés, quitte à chercher ensuite quelles modifications doivent être apportées aux formules dans le cas de pôles massifs.

Calcul de e_s. — Soit l_1 l'épaisseur de la pièce polaire auxiliaire, mesurée perpendiculairement à l'axe de rotation de l'induit dans la surface qui limite l'entrefer, et de valeur voisine à la largeur totale d'une encoche et de deux dents (fig. 4).

Soit l_0 la longueur de cette pièce polaire parallèlement à l'axe de rotation.

Soit s sa surface, de sorte que $s = l_1 . l_0$.

Soit A une section comprenant deux faisceaux de conducteurs, A_1 et A_2, logés à la manière ordinaire dans les encoches et représentés par des hachures obliques sur la figure 4.

1° *Self-induction*. — On admettra que les lignes de forces du flux propre de la section suivent les chemins marqués en traits interrompus sur la figure, se fermant en partie à travers l'encoche, en partie par le pôle auxiliaire, et on tiendra compte implicitement de l'épanouis-

sement du flux et de la partie de la bobine extérieure au fer en prenant pour section totale utile de l'entrefer la valeur s.

La perméance du circuit magnétique qui traverse deux

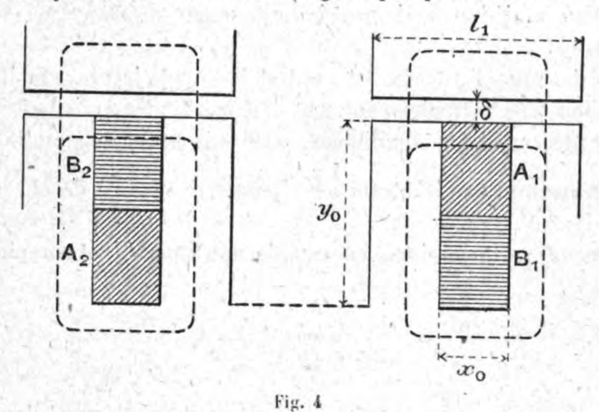


Fig. 4

fois l'entrefer, de longueur δ, est, en négligeant la réluctivité du fer devant celle de l'air :

$$\frac{s}{2\delta}.$$

Calculons maintenant la perméance du second circuit, qui se ferme à travers l'encoche.

Soit y_0, la profondeur de l'encoche ;

x_0, sa largeur ; on trouve immédiatement pour le faisceau A_1 la valeur

$$\frac{y_0 l_0}{2x_0}.$$

Pour pouvoir ajouter légitimement la perméance de ce circuit à celle que nous avons déjà trouvée, il faut l'affecter d'un facteur de correction tenant compte de ce que le champ varie linéairement dans l'encoche, restant toujours proportionnel à la force magnétomotrice qui lui donne naissance.

Le flux embrassé par chaque conducteur, variant comme le carré de la distance de celui-ci à l'entrefer, est de la forme $\mathcal{H}_0 y^2$, et le flux moyen pour l'ensemble du faisceau sera donné par l'expression :

$$\Phi_{\text{moy}} = \frac{1}{\frac{y_0}{2}} \int_0^{\frac{y_0}{2}} \mathcal{H}_0 y^2 \, dy$$

$$\Phi_{\text{moy}} = \frac{1}{3} \left(\frac{y_0}{2}\right)^2 \mathcal{H}_0.$$

Mais $\left(\frac{y_0}{2}\right)^2 \mathcal{H}_0$ est le flux maximum embrassé, donc :

$$\Phi_{\text{moy}} = \frac{1}{3} \Phi_{\text{max}}.$$

Il faudra par conséquent affecter l'expression $\frac{y_0 l_0}{2x_0}$ du facteur $\frac{1}{3}$ avant de l'ajouter à celle qui a été trouvée pour le premier circuit.

Pour le faisceau A_2 nous trouverons pour la perméance la même expression $\frac{y_0 l_0}{2x_0}$, affectée du facteur $\frac{1}{3}$ pour la partie de l'encoche correspondant à A_2 et du facteur 1 pour la partie de l'encoche correspondant à B_2.

Il vient donc finalement, en faisant la somme des perméances élémentaires :

$$\frac{s}{2\delta} + \frac{y_0 l_0}{2x_0}\left[\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + 1\right] = \frac{s}{2\delta} + \frac{10}{6}\frac{y_0 l_0}{2x_0}.$$

Si N est le nombre de spires de la section A, son coefficient de self-induction sera donné par la formule :

$$L_1 = \frac{4\pi}{10} N^2 \left[\frac{s}{2\delta} + \frac{10}{6}\frac{y_0 l_0}{2x_0}\right].$$

2° *Induction mutuelle.* — La section B, indiquée sur la figure par des hachures horizontales, se trouve commutée en même temps que la section A. En réalité les faisceaux B_1 et B_2 appartiennent à deux sections différentes, mais tout se passe comme s'ils faisaient partie de la même section.

La recherche du coefficient d'induction mutuelle des sections B et A donne lieu à un calcul analogue à celui qui précède.

On trouve (¹) :

$$M_1 = \frac{4\pi}{10} N^2 \left[\frac{s}{2\delta} + \frac{y_0 l_0}{2x_0}\right].$$

Les sections A et B étant parcourues par des courants égaux et de même signe à chaque instant, tout se passe comme si la section A était seule et avait pour coefficient de self-induction

$$L = L_1 + M_1.$$

On retombe ainsi sur le cas où les sections embrasseraient un arc différent de l'arc polaire.

On peut donc écrire :

$$L = \frac{4\pi}{10} N^2 \left[\frac{s}{\delta} + \frac{4}{3}\frac{y_0 l_0}{x_0}\right]. \qquad (3)(^2)$$

Si I est le courant total de la machine et s'il y a $2b$ circuits en parallèle, on a pour valeur maxima du courant dans la section

$$i_1 = \frac{I}{2b}.$$

(¹) Le faisceau B_2 ne donne lieu à aucun flux à travers la partie A_2 de l'encoche parce qu'il n'y a dans cette région aucune différence de potentiel magnétique entre les flancs des dents ; à travers B_2 il donne un flux correspondant à la perméance $\frac{1}{2}\frac{y_0 l_0}{2x_0}$.

Une partie du flux B_1 se ferme à travers B_1 et n'intéresse pas le faisceau A_1. L'autre partie du flux B_1, se fermant à travers le faisceau A_1 donne également lieu à une perméance fictive $\frac{1}{2}\frac{y_0 l_0}{2x_0}$ parce que le champ est uniforme et que les conducteurs de A_1 embrassent un nombre de lignes de forces proportionnel à la distance qui les sépare de l'entrefer.

(²) Cette expression est, comme il fallait s'y attendre, égale à la moitié du coefficient de self-induction d'une section de $2N$ spires remplissant entièrement les deux encoches.

La force électromotrice de self-induction est

$$e_s = -L\frac{di}{dt}. \qquad (4)$$

Nous avons remarqué plus haut que si la force électromotrice de self-induction était exactement équilibrée par la force électromotrice induite par le flux du pôle auxiliaire, le courant variait linéairement dans la section en court-circuit. On peut donc, en supposant cette condition réalisée, représenter la valeur instantanée du courant dans la section par la formule

$$i = \frac{i_1\left[\frac{T}{2} - t\right]}{\frac{T}{2}},$$

T représente la durée totale de la commutation, au temps 0 on a $i = i_1$, et au temps $T : i = -i_1$.

En portant cette valeur dans la formule (4) on a

$$e_s = \frac{2Li_1}{T}. \qquad (5)$$

La force électromotrice de self-induction e_s est donc une constante et il suffira pour l'équilibrer exactement que le pôle auxiliaire engendre un champ uniforme de valeur convenable. Cela est toujours possible et à peu près réalisé dans la pratique, comme on le faisait remarquer dernièrement dans ce journal [1].

Remplaçons dans la formule (5) L par la valeur trouvée plus haut, formule (3), et T par son expression en fonction du diamètre d de l'induit, de la vitesse périphérique v et du nombre de lames au collecteur n

$$T = \frac{\pi d}{vn}.$$

On a finalement :

$$e_s = 2i_1\frac{4\pi}{10}N^2\left[\frac{s}{\delta} + \frac{4}{3}\frac{y_0 l_0}{x_0}\right]\frac{vn}{\pi d}. \qquad (6)$$

Calcul de e_a. — Le champ créé par les pôles principaux est tout à fait négligeable, surtout lorsque les pôles auxiliaires sont placés sur la ligne neutre; il tendrait théoriquement à augmenter la densité des lignes de forces sous l'une des cornes polaires et à la diminuer sous l'autre corne.

Le champ de l'induit se retranche dans l'entrefer du champ des pôles auxiliaires et il nous suffira pour en tenir compte de considérer la force magnétomotrice trouvée comme la différence entre celle des pôles auxiliaires et celle de l'induit.

Soit $\mathcal{H}$ l'intensité du champ dans l'entrefer des pôles auxiliaires, l_0 la longueur du pôle.

La force électromotrice induite dans les $2N$ conducteurs composant la section est

$$e_a = 2Nvl_0\mathcal{H}. \qquad (7)$$

[1] Voy. *L'Industrie électrique*, 1906, n° 353, p. 351.

En écrivant maintenant $e_s = e_a$ on tire :

$$\mathcal{H} = \frac{4\pi}{10}\frac{i_1}{l_0}\left[\frac{s}{\delta} + \frac{4}{3}\frac{y_0 l_0}{x_0}\right]\frac{Nn}{\pi d}, \qquad (8)$$

d'où on déduit facilement la force magnétomotrice nécessaire.

Lorsque l'entrefer est petit et les dents larges, conditions très normales pour une dynamo à pôles auxiliaires à pièces polaires feuilletées, cette expression se simplifie beaucoup, car le terme $\frac{4}{3}\frac{y_0 l}{x_0}$ peut être négligé devant le terme $\frac{s}{\delta}$. On a alors, en remplaçant s par $l_0 l_1$ et simplifiant :

$$\mathcal{H} = \frac{4\pi}{10} i_1 \frac{l_1}{\delta}\frac{Nn}{\pi d}.$$

En nous appuyant sur ce que nous avons exposé dans l'article précédent au sujet de l'indépendance du flux des pôles auxiliaires, et en négligeant la réluctance du fer devant celle de l'entrefer, nous pouvons exprimer la force magnétomotrice correspondant au champ d'intensité $\mathcal{H}$ par

$$\mathcal{F}_1 = 2\delta\mathcal{H} = 2\frac{4\pi}{10}i_1 l_1\frac{Nn}{\pi d}. \qquad (9)$$

La force magnétomotrice $\mathcal{F}_2$ de l'induit peut s'écrire :

$$\mathcal{F}_2 = \frac{4\pi}{10}N\frac{n}{b}i_1.$$

En portant $\mathcal{F}_2$ dans l'expression (9) il vient :

$$\mathcal{F}_1 = \mathcal{F}_2 . 2b\frac{l_1}{\pi d}.$$

La largeur des pôles auxiliaires figure seule dans la formule et il semble à première vue que, la force magnétomotrice $\mathcal{F}_1$ lui étant proportionnelle, il y aurait intérêt à la réduire autant que possible. La suppression des pôles auxiliaires serait la conclusion logique et quelque peu déconcertante de ce raisonnement trop hâtif.

Il faut se souvenir qu'en négligeant $\frac{4y_0 l_0}{3x_0}$ devant $\frac{s}{\delta}$ on supposait que s et par suite l_1 n'étaient pas très petits. Toutefois, on voit qu'il y aurait inconvénient à prolonger les pièces polaires des pôles auxiliaires au delà de la zone correspondant à la commutation, car on ne ferait qu'augmenter inutilement la self-induction de la section.

La longueur l_0 des pôles auxiliaires, parallèlement à l'axe de rotation, n'entre pas dans la formule et paraît indifférente, mais la remarque précédente peut être répétée dans ce cas : les conclusions ne sont valables que si l_0 est voisin de la longueur du fer de l'induit.

La pratique a montré cependant qu'il y avait quelquefois avantage à réduire la longueur des pôles auxiliaires aux 2/3 ou à la moitié de la longueur du fer de l'induit.

Enfin l'entrefer δ ne figure pas dans la formule, ce qui montre qu'il n'est pas intéressant de réduire ses dimensions au-dessous d'une certaine limite, sous la réserve

que ce raisonnement ne s'applique qu'à des valeurs de δ petites, pour lesquelles le terme $\frac{4y_0 l_0}{3x_0}$ est négligeable devant $\frac{s}{\delta}$.

Pour obtenir la valeur $\mathcal{F}$ de la force magnétomotrice des pôles auxiliaires il faut ajouter à $\mathcal{F}_1$ la valeur de $\mathcal{F}_2$ et multiplier cette somme par un facteur λ dépendant des fuites magnétiques, c'est-à-dire des dimensions de la machine et de la saturation.

On a finalement :

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_2 \left[1 + \frac{2bl_1}{\pi d}\right] \lambda. \qquad (10)$$

On pourra prendre pour λ une valeur voisine de 1,3; mais en principe il sera préférable de commettre une erreur par excès et de shunter ensuite, s'il est nécessaire, le circuit des pôles auxiliaires.

La formule (10) montre que $\mathcal{F}$ doit être toujours proportionnel à $\mathcal{F}_2$ et que les pôles auxiliaires devront être montés en série avec l'induit. Elle montre, en outre, que la force magnétomotrice à appliquer est indépendante de la vitesse et que, par conséquent, l'enroulement prévu conviendra pour tous les régimes.

Cas de l'emploi de pièces polaires massives. — Il est fait le plus généralement usage de pôles auxiliaires massifs, dont la construction est beaucoup plus simple et dont les qualités sont équivalentes, sinon supérieures à celles des pôles feuilletés.

Nous avons montré dans ce journal [1], en nous inspirant d'un travail de M. Reinhold Rudenberg, que l'amplitude des ondes électromagnétiques pénétrant dans un conducteur massif s'amortissait très rapidement.

Si dans la formule

$$e^{-2\pi\sqrt{\frac{f\mu}{\rho}}Z}$$

qui traduit la loi de l'amortissement et dans laquelle

f, représente la fréquence,
μ, la perméabilité du métal,
ρ, la résistivité du métal,
Z, la distance à la surface du point considéré,

on fait

$f = 1000$,
$\mu = 1000$,
$\rho = 10^4$,

conditions moyennes pour le flux de self-induction se fermant par le pôle auxiliaire, on trouve que l'amplitude des ondes est réduite à $\frac{1}{100}$ à une distance de la surface de 0,73 mm. C'est dire que la pièce polaire massive agit comme un écran magnétique parfait.

Nous devons donc dans ce cas annuler dans les formules le terme correspondant à la perméance de ce circuit magnétique.

(1) *L'Industrie électrique*, 25 mars 1905, p. 128.

La formule (8) ainsi modifiée devient :

$$\mathcal{H} = \frac{4\pi}{10} i_1 \frac{4}{3} \frac{y_0}{x_0} \frac{Nn}{\pi d}. \qquad (11)$$

On a, de même que précédemment,

$$\mathcal{F}_1 = 2 \frac{4\pi}{10} \frac{Nn}{\pi d} i_1 \frac{4}{3} \frac{y_0}{x_0} \delta$$

et, en faisant entrer dans la formule la force magnétomotrice $\mathcal{F}_2$ de l'induit,

$$\mathcal{F}_1 = \frac{2b}{\pi d} \frac{4}{3} \frac{y_0}{x_0} \delta \mathcal{F}_2.$$

La force magnétomotrice totale sera représentée, en introduisant comme dans le cas précédent un facteur λ, par l'expression

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_2 \left[1 + \frac{2b}{\pi d} \frac{4}{3} \frac{y_0 \delta}{x_0}\right] \lambda. \qquad (12)$$

Si les pôles auxiliaires étaient moins longs que le fer de l'induit, il y aurait certaines réserves à faire au sujet de l'exactitude de cette formule qui ne tient compte que de la partie du flux se fermant à travers l'encoche.

Dans les parties non recouvertes par la pièce polaire auxiliaire une fraction importante des lignes de forces se

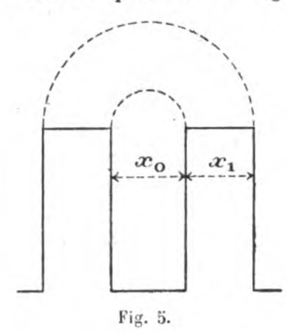


Fig. 5.

ferment à travers l'air, suivant le circuit représenté (fig. 5), dont la perméance est donnée par l'expression :

$$l \int_{\frac{x_0}{2}}^{\frac{x_0}{2}+x_1} \frac{dx}{\pi x}$$

l étant la longueur de la partie libre de l'encoche.

D'autre part, la self-induction de la partie des sections extérieures au fer prend une importance relative beaucoup plus grande que dans le cas de pièces polaires feuilletées. On pourra encore la négliger, ou du moins se contenter de forcer le facteur λ pour en corriger les effets, lorsqu'il s'agira d'induits longs et de petits diamètres, appropriés à la commande par turbines à vapeur; mais il sera préférable d'en tenir compte par un calcul complémentaire dans les induits courts et à grand arc polaire, dont les sections comportent des connexions extérieures au fer très développées.

Il ne serait pas correct de comparer les formules 10 et

12; car dans les conditions où cette étude serait intéressante, c'est-à-dire lorsque les valeurs de $\mathcal{F}_1$ données par ces deux formules sont voisines, la valeur de l_1 est également voisine de $\frac{4}{3}\frac{y_0\delta}{x_0}$ et les simplifications effectuées précédemment ne sont plus légitimes.

Il faut, dans le cas de pièces polaires feuilletées, tirer $\mathcal{F}$ de la formule (8) sans en négliger aucun terme. On a alors finalement :

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_2 \left[1 + \frac{2b}{\pi d}\left(l_1 + \frac{4}{3}\frac{y_0\delta}{x_0}\right)\right]\lambda. \quad (13)$$

On voit que la force magnétomotrice qu'il faut appliquer doit être plus grande sur les pôles feuilletés (formule 13) que sur les pôles pleins (formule 12), et cela n'est pas étonnant puisque, toutes choses égales d'ailleurs, une partie du flux propre de la section est amorti dans le second cas.

On a même observé (¹) que le fonctionnement d'une machine était déjà amélioré par la simple présence de pôles auxiliaires massifs non excités, jouant par conséquent uniquement le rôle d'écrans magnétiques.

La variation du champ dans l'entrefer, provenant non seulement du renversement de sens du courant dans la section en court-circuit, mais encore du déplacement des dents devant la pièce polaire, entraînera dans celle-ci une perte d'énergie et un échauffement qui pourra être exagéré dans le cas d'inductions élevées, de dents larges et d'entrefer petit. Ces inconvénients seront combattus dans une certaine mesure en employant un acier de grande perméabilité et grande conductibilité pour constituer le pôle auxiliaire. A. Liouville.

(¹) W. Siebert, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 6 septembre 1906.

MICROPHONE DOUBLE

DE LA

SOCIÉTÉ DES TÉLÉPHONES DE ZURICH

On sait que l'action du microphone est basée sur le fait que les vibrations du diaphragme produisent des variations dans la pression qu'exerce ce diaphragme sur un contact mobile. Ces variations de la pression produisent des variations de la résistance électrique et, par suite, des variations de l'intensité du courant qui font naître des courants d'induction dans le circuit du téléphone, lesquels reproduisent la parole.

Il doit être possible d'obtenir une action plus intense du microphone en augmentant le nombre des contacts. En fait, presque tous les microphones actuels sont à plusieurs contacts. Généralement, ces contacts sont placés derrière le diaphragme, et c'est de ce côté seulement que les vibrations du diaphragme sont utilisées pour provoquer les variations de pression sur les contacts. Il est évident cependant que le diaphragme doit exercer sur un contact placé devant lui les mêmes mouvements qu'il provoque derrière.

On a essayé, à diverses reprises, de mettre ce fait à profit et de construire des microphones à double action, qui n'ont pu, jusqu'à ce jour, entrer dans le domaine de la pratique. Tous ces modèles avaient le même défaut : les constructeurs n'ont pu réussir à obtenir des variations de résistance égales des deux côtés du diaphragme. Car dans ces microphones, les contacts étaient pressés contre le diaphragme par des ressorts, ce qui rendait impossible une reproduction claire de la parole.

La *Société des Téléphones de Zurich* a réussi à vaincre ces difficultés dans le nouveau microphone qu'elle établit plus spécialement pour les besoins de la téléphonie à grande distance et pour les lignes interurbaines qui exigent un appareil moins sensible aux grandes résistances et autres causes perturbatrices qui les affectent. La figure 1 est une coupe transversale de l'appareil, la figure 2, une coupe suivant XX.

Le diaphragme *a* est fixé à la boîte métallique *c* par des ressorts *b*, et cela de manière à pouvoir vibrer librement. Devant ce diaphragme, vers l'embouchure, est fixée au bord extérieur de la boîte *c* une plaque métallique *g*, percée d'un trou au centre, et pourvue d'évidements *h* destinés à l'empêcher de vibrer. Cette plaque porte un disque annulaire en charbon *d*, fixé sur la face intérieure, en regard du diaphragme. Ce disque porte des cavités *f* remplies de grains de charbon. Devant la face arrière du diaphragme est disposé un disque de charbon *e*, dans lequel sont aussi ménagées des cavités remplies de grains de charbon, comme dans le disque annulaire.

Si l'appareil est disposé verticalement, les grains de charbon touchent légèrement le diaphragme des deux côtés et établissent le contact du diaphragme avec l'anneau d'un côté et avec le disque plein de l'autre, comme dans les autres microphones. Le courant de la pile va au diaphragme où il se divise : une partie passe dans l'anneau de charbon par les grains placés devant le diaphragme, l'autre par les grains placés derrière le diaphragme, dans le disque de charbon. La bobine d'induction a deux enroulements primaires, dont chacun correspond à une dérivation du courant. Les deux enroulements sont faits dans le même sens, mais sont respectivement reliés aux pôles opposés de la pile, leur induction se produit donc en sens inverse. Les vibrations frappent le diaphragme au centre sans rencontrer d'obstacles; elles se transmettent en cercles concentriques, et influencent dans le même sens et avec la même intensité tous les contacts placés du même côté du diaphragme. Toute réduction de la pression sur les contacts placés d'un côté correspond à un accroissement de la pression sur les contacts placés de l'autre côté, et réciproquement. Les variations dans l'intensité du courant qui en sont la

conséquence, doivent nécessairement être de la même intensité dans les contacts placés devant le diaphragme que dans ceux placés derrière, car le diaphragme, après avoir fait un mouvement dans un sens, doit faire le même chemin en sens inverse pour revenir à la position d'équilibre.

L'embouchure est fermée par un disque en toile vernie i ou d'une matière analogue, afin d'empêcher que les contacts ne soient atteints par la buée. Sans cette précaution, l'appareil deviendrait bientôt impropre au service.

Les actions inductrices des deux enroulements primaires de la bobine d'induction s'exerçant sur l'enroulement secondaire, s'ajoutent l'une à l'autre. En effet, toute diminution de l'intensité du courant dans un des enroulements primaires est accompagnée d'une augmentation correspondante dans l'autre enroulement. Nous avons vu plus haut que les courants qui traversent ces deux enroulements vont en sens inverse.

Au lieu de fixer le diaphragme par le bord, on pourrait aussi le fixer au centre, sans changer les conditions essentielles de l'appareil.

Les avantages que cet appareil présente peuvent être démontrés facilement par un simple calcul. Nous supposons que la résistance r du circuit avant la division soit de 2,5 ohms, la résistance de chaque branche r_1 et r_2 de

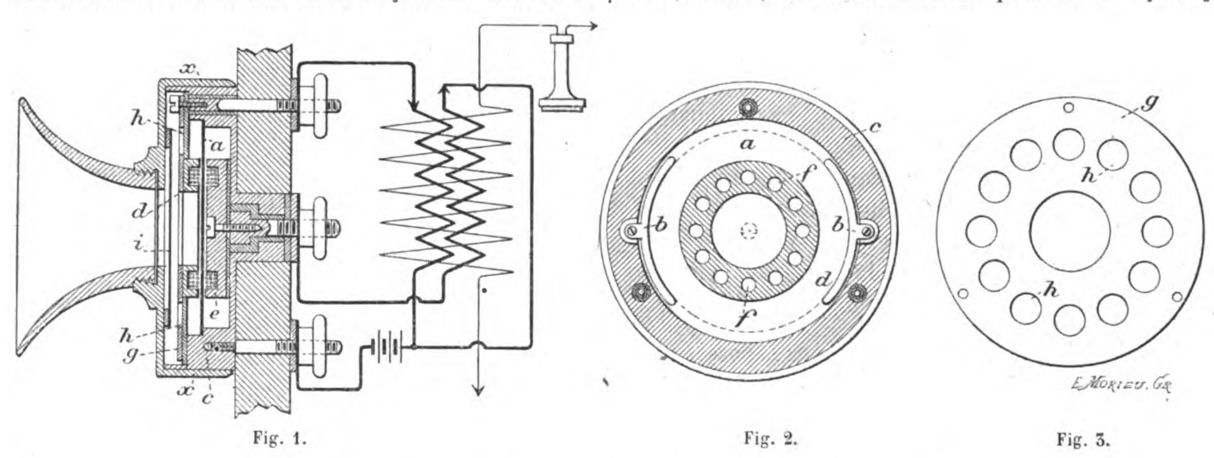


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

5 ohms, en comprenant la pile dans le chiffre du circuit indivis et dans les autres chiffres les contacts du côté correspondant avec l'enroulement primaire faisant partie de cette branche ; la force électromotrice E de la pile = 3 volts.

Microphone double. — Si on désigne par I l'intensité du courant du circuit indivis, par I_1 et I_2 l'intensité du courant dans les deux branches correspondantes, on a à l'équilibre :

$$I = 0{,}6 \text{ A}; \quad I_1 = 0{,}3 \text{ A}; \quad I_2 = 0{,}3 \text{ A}.$$

Si la résistance des contacts placés devant le diaphragme est réduite de 2 ohms, quand on parle contre le diaphragme, la résistance des contacts placés derrière le diaphragme est augmentée de 2 ohms ; r_1 sera donc 3 ohms et $r_2 = 7$ ohms.

Le total de l'action inductive des deux enroulements sera donc de 0,2609 A.

Que l'on considère les mouvements faits par le diaphragme en avant ou bien en arrière, le résultat reste le même.

Microphone ordinaire. — Ce microphone est pourvu de contacts seulement d'un côté du diaphragme ; on aura avec les mêmes hypothèses ($E = 3$, $r = 5 + 2{,}5$) :

L'intensité du courant à l'état de repos = 0,4 A.

Une augmentation de 2 ohms dans la résistance réduit l'intensité du courant à 0,3158 A.

Au contraire, une réduction de la même valeur dans la résistance porte cette intensité à 0,5454 A.

Dans le premier cas, la réduction sur l'intensité du courant à l'état de repos (0,4 A) est de 0,0842 A.

Dans le second cas, l'augmentation est de 0,1454 A.

L'action inductrice du nouveau microphone étant de 0,2609 A, atteint donc plus du *triple* de l'action inductrice d'un microphone ordinaire, si l'on considère la diminution d'intensité du courant résultant de la réduction de la pression, et, presque le *double*, si l'on se place au point de vue de l'augmentation de la pression, ainsi que de l'intensité du courant qui en résulte. On obtient donc, dans les deux cas, un renforcement très considérable de l'action.

Mais le calcul fait ressortir un autre avantage, peut-être plus important encore, du nouvel appareil. Comme c'est un courant induit qui, dans le téléphone, reproduit la parole, il est évident que la reproduction doit être d'autant plus claire et plus distincte, que les variations d'intensité du courant qui passe dans les enroulements primaires de la bobine d'induction, correspondent plus exactement et dans des proportions plus exactes aux vibrations du diaphragme.

En fait, ces variations d'intensité du courant diffèrent assez fortement de la proportionnalité exacte avec les microphones ordinaires. Comme le calcul l'a démontré, l'augmentation de l'intensité du courant correspondant à une réduction de résistance de 2 ohms, est presque le double de la réduction de l'intensité résultant d'une augmentation de la résistance de la même valeur (0,1450 : 0,0842). Le rapport est exactement de 1722 : 1000.

Avec le microphone double, l'action inductrice est toujours la même; nous avons donc toujours le rapport de 1000 : 1000.

Si l'on compare l'action de différentes variations des résistances, on obtient le résultat suivant :

Dans le microphone, une augmentation de 0,1 ohm dans une branche du circuit, et, par conséquent, une réduction de la même valeur dans l'autre branche, produit un courant $I_1 = 0{,}294058$ A, ce qui, par comparaison avec le courant de 0,3 A, passant à l'état de repos, représente une réduction de courant de 0,005942 A.

Dans l'autre branche, l'intensité du courant sera : $I_2 = 0{,}306061$ A, ce qui représente une augmentation sur l'état de repos de 0,006061 A.

Au total, il y a donc une action inductrice correspondant à une *différence* de l'intensité du courant de 0,012003 A.

Pour une augmentation et une réduction simultanées de résistance de 2 ohms, la variation exactement proportionnelle de l'intensité du courant produisant l'effet inductif devrait donc être de 0,24006 A. Comme elle est en réalité de 0,2609 A, c'est un rapport de 1000 : 1087, c'est-à-dire un très petit écart de la proportionnalité.

Avec un microphone ordinaire, l'augmentation de la résistance de 0,1 ohm, dans les conditions exposées plus haut, produit une réduction de l'intensité du courant de 0,0053 A.

Pour un accroissement de 2 ohms dans la résistance, la réduction de l'intensité proportionnelle devrait être de 0,106 A, tandis qu'en réalité, elle est de 0,0842 A. C'est, entre la réduction calculée en proportion et la réduction effective, un rapport de 1000 : 1259.

Pour une réduction de 0,1 ohm dans la résistance, l'intensité du courant est portée à 0,4054 A, ce qui représente une augmentation de 0,0054 A.

Pour une réduction de 2 ohms dans la résistance, soit de 20 fois, l'accroissement proportionnel de l'intensité du courant devrait être de 0,108 A, tandis qu'en réalité, elle est de 0,1454 A.

C'est donc un rapport de 1346 : 1000.

En pratique cette différence se traduit par le fait bien connu, qu'avec un microphone ordinaire, le son se trouble, si l'on élève la voix, de sorte qu'elle devient stridente et confuse. Et c'est précisément dans la conversation à grande distance, qu'on est porté à forcer la voix, en remarquant que le son perçu de l'autre station n'arrive que très affaibli.

La construction du nouveau microphone permet d'augmenter le nombre des contacts sur un espace assez étendu et, par conséquent, d'employer une pile plus forte qu'avec les microphones ordinaires.

Le nouveau microphone fait donc gagner à la fois en netteté et en intensité, qualités qui permettront d'accroître dans une certaine mesure la distance déjà considérable atteinte dans les transmissions téléphoniques.

A. Z.

PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES

DU FER ÉLECTROLYTIQUE

On attribue souvent au fer électrolytique un haut degré de pureté, et il est en effet probable qu'aucun mode de traitement autre que l'électrolyse ne permet d'arriver, sous ce rapport, au même résultat, bien que nul procédé n'ait encore donné ce métal absolument pur. Mais cette méthode même ne le fournit pas dans un état bien défini : sa composition chimique et sa constitution physique varient avec les conditions dans lesquelles s'est effectué le dépôt. Il n'y a d'ailleurs que peu de temps qu'on a réussi à le produire ainsi autrement qu'en couches minces se prêtant difficilement aux expériences que comporte son étude. Grâce à des recherches méthodiques et suivies effectuées ou, pour mieux dire, entreprises récemment au Laboratoire de chimie appliquée de l'Université de Wisconsin, on en a produit près d'une tonne comprenant des plaques de 2,5 cm d'épaisseur et pesant de 30 à 35 kg, avec cette constatation économique que le fer peut être affiné à un degré et à un prix comparables à ceux du cuivre ainsi obtenu. Ces essais de production sur une grande échelle, faits en dehors de toute préoccupation de pureté, n'ont pas, il est vrai, donné un produit supérieur aux meilleures qualités de métal existant sur le marché; mais on est, depuis, arrivé sous ce rapport à une amélioration sensible, dont les résultats suivants d'analyses, dues à M. Blair, donnent une idée :

Teneur des échantillons.	N° 1.	N°. 2.
Soufre, en centièmes.	0,0	0,001
Silice, —	0,013	0,003
Phosphore, —	0,004	0,020
Manganèse, —	0,0	0,0
Carbone. —	0,012	0,033
Hydrogène, —	0,072	0,083

On remarquera ici la présence de l'hydrogène dans une proportion bien supérieure à celle des autres impuretés, et c'est à la présence de cet élément qu'on attribue communément les propriétés mécaniques caractéristiques du fer électrolytique. On sait bien, en effet, que le fer ainsi obtenu, dur et cassant au point de pouvoir être facilement réduit en poudre, devient doux et malléable sous l'action de la chaleur, la température en étant portée à 1000° C. et plus; mais, si l'on constate bien le dégagement d'une certaine quantité d'hydrogène dans cet échauffement, on a, d'autre part, trouvé des quantités analogues de ce gaz dans du fer doux électrolytique fondu, et la cause exacte de cette remarquable modification des propriétés physiques du métal, l'existence d'une relation entre sa dureté et sa teneur en hydrogène, appellent de nouvelles recherches.

Quant à ses propriétés magnétiques, on sait qu'elles sont profondément modifiées par la chaleur, et des études



en cours au même laboratoire que ci-dessus ont précisément pour but d'établir la relation entre la force coercitive, la perméabilité, les constantes hystérétiques, etc. du fer et la température à laquelle il est soumis. C'est à titre de contribution à ces travaux que MM. Burgess et Hoyt Taylor ont fait à la dernière réunion de l'*American Institute of Electrical Engineers*, à Milwaukee, la communication ici résumée, les travaux en question ne progressant que très lentement en raison des difficultés que présentent le dépôt électrolytique du fer et le façonnage des échantillons à essayer.

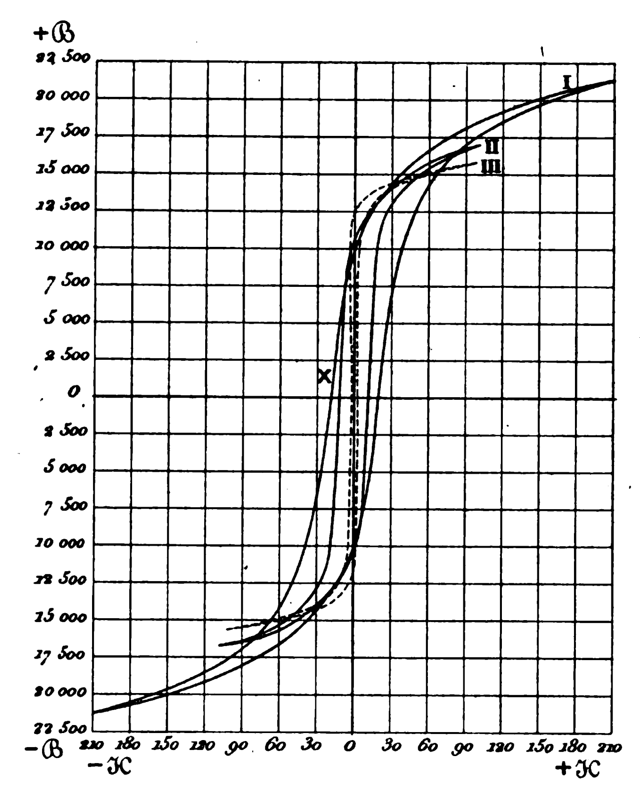
Pour la préparation des éprouvettes nécessaires à l'application de la méthode de mesures magnétiques par l'anneau de Rowland, on a précipité d'une solution de sulfate ferreux légèrement acide et contenant également une petite quantité de sulfate d'ammonium, des plaques de fer électrolytique de 2,5 cm environ d'épaisseur. Ce dépôt a exigé près de huit semaines. La plaque ainsi obtenue était unie; on en a façonné l'anneau par forage et meulage, en prenant garde d'échauffer le métal. Le premier soumis aux mesures en question avait un rayon moyen de 4,34 cm et une section droite rectangulaire de 1,158 sur 1,278 cm.

L'enroulement primaire, en fil de 1,024 mm de diamètre, avait été choisi de manière à donner une intensité de champ de 20 gauss pour un courant primaire de 1 ampère; l'enroulement secondaire comprenait 350 spires de fil de 0,405 mm de diamètre.

On se servit, comme galvanomètre balistique, d'un galvanomètre Rowland-d'Arsonval, dont la courbe d'étalonnage était parfaitement connue, pour obtenir les premières courbes d'hystérésis par la méthode progressive (step-by-step ou degré par degré). Mais, si cette méthode offre certains avantages, elle a l'inconvénient de donner lieu à des calculs assez laborieux; l'appareil a d'ailleurs une prétendue *constante*, variable suivant ses déviations. Aussi fut-il bientôt abandonné pour un appareil Nalder à aiguille astatique suspendue qui, muni d'un fort écran en tôle contre toute perturbation magnétique extérieure, a été reconnu comme donnant toute satisfaction.

Une des plus grandes difficultés auxquelles se sont heurtés les auteurs a été l'élimination des erreurs dues à la *viscosité magnétique*, dont ne tient naturellement pas compte le galvanomètre, et qui s'ajoutent dans la méthode cumulative suivant le nombre de degrés de l'opération. L'induction maximum obtenue par cette méthode ne coïncidant pas avec celle fournie par la méthode des renversements, il a fallu beaucoup de temps pour arriver à faire disparaître cet écart, et, en attendant qu'un autre mémoire des mêmes auteurs expose leurs travaux dans cet ordre d'idées, ils indiquent ici par quelle modification de la méthode progressive on peut éliminer ces erreurs additives dues à la viscosité magnétique.

Ne sachant pas exactement si et dans quelle mesure existait cette propriété dans le fer électrolytique, ce n'est pas par cette méthode modifiée qu'ils ont obtenu la courbe I de la figure. Aussi les valeurs de ℬ y sont probablement trop faibles de quelques centièmes; mais cette courbe n'en révèle pas moins quelques propriétés remarquables du métal. Le fer étudié est évidemment très dur, comme le montrent en effet ses autres propriétés physiques. Sa force coercitive est de 18 gauss et sa rétentivité de 10 000 gauss. Celle-ci aurait été un peu plus élevée si l'erreur due à la viscosité avait été éliminée. Il semble qu'un champ de 210 gauss ne sature pas le fer, bien qu'il y porte l'induction à la valeur élevée de



21 250 gauss. La surface de la boucle hystérétique se trouve, en même temps, relativement augmentée du fait de la valeur ainsi atteinte par le champ.

On sait que la chaleur libère de l'hydrogène du fer électrolytique, le dégagement commençant à des températures relativement basses pour augmenter avec la température. L'anneau d'épreuve a été maintenu pendant plusieurs heures à 200° C., après quoi les essais magnétiques ont été repris. Ils ont fourni une courbe presque identique à la première et démontré ainsi que l'hydrogène lui-même n'est pour rien dans les propriétés magnétiques du fer électrolytique ou bien que la quantité d'hydrogène libérée n'était pas assez grande pour modifier effectivement les mesures magnétiques.

On a alors débarrassé l'anneau de ses enroulements; puis, après l'avoir enduit d'une couche d'oxyde de magnésium, on l'a soumis pendant huit heures à la température de 1200° C. Dans cette opération, une petite partie rongée d'un côté obligea à retourner l'anneau et à adopter des enroulements différents. Il fut alors trouvé beaucoup plus doux que précédemment et son essai par la méthode progressive donna pour l'induction des valeurs de

17 pour 100 plus élevées que celles fournies par la méthode des renversements. La cause en ayant été, comme nous l'avons dit, attribuée à la viscosité magnétique et la méthode balistique modifiée pour l'élimination de l'erreur ayant été appliquée, on obtint la courbe ponctuée III de la figure qui dénote, par comparaison, une profonde modification sous l'action de cette température de 1200° C. Le fer se trouve alors dans une condition assez voisine de l'acier doux, avec une force coercitive de 2,5 gauss environ, une rétentivité de 12 500 et une notable viscosité magnétique dans les parties fortement redressées de la courbe. — Soumis à une nouvelle élévation de température supérieure à 1200°, l'anneau ne présenta pas de changement appréciable quant à ses propriétés magnétiques.

On prépara un autre anneau de fer électrolytique précipité d'une solution sensiblement plus neutre que précédemment; le dépôt ainsi obtenu était moins dur et moins friable et sa cassure présentait une structure cristalline plus fine que dans le premier cas. Ce nouvel anneau avait un rayon moyen de 4,175 cm, avec une largeur de section droite de 0,97 cm sur 0,768 cm d'épaisseur.

Les nombres respectifs des spires primaires et secondaires étaient de 418 et de 350.

Cet anneau a fourni, par la méthode balistique modifiée, la courbe II, tout à fait analogue à la courbe I, à cela près que les particularités en sont moins accentuées. Un champ de 100 gauss y donne, comme on voit, une induction maximum de 15 750 gauss et une rétentivité de 10 500; la force coercitive est de 11 gauss. Le fer est encore très dur, mais moins que le premier échantillon, à en juger par ses autres propriétés physiques.

Quand on aura effectué sur cet anneau d'autres essais, on le portera à différentes températures en cherchant à déterminer celle à laquelle l'aire de la boucle hystérétique commence à se modifier rapidement.

La viscosité magnétique apparaissant plutôt dans les aciers doux, à faible force coercitive ou même dans bien des échantillons de fer doux, il est très surprenant que la méthode progressive donne pour l'anneau de la courbe II des valeurs d'induction maximum inférieures de 6 pour 100 à celles fournies par la méthode des renversements et par la méthode balistique modifiée, ce qui indique une viscosité magnétique très prononcée.

Nous attendons et suivrons avec intérêt de nouvelles recherches annoncées, tant sur les anneaux actuels que sur des anneaux de tôle recuits et des éprouvettes en baguettes.

E. B.

Téléphones de l'Industrie électrique :

RÉDACTION : N°s 536-02.

ADMINISTRATION : N°s 704-44.

PROGRÈS DES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES

(SUITE[1].)

APPLICATIONS DES MÉTAUX RARES A L'ÉCLAIRAGE PAR INCANDESCENCE

Puisque nous venons de parler des éléments rares, nous dirons un mot incidemment de leur emploi dans l'éclairage par incandescence.

Cette industrie a fait depuis quelques années de remarquables progrès, et l'on consomme des quantités de plus en plus considérables de minéraux rares, tant pour l'incandescence par le gaz que pour la lampe à incandescence électrique.

Cette dernière, en particulier, a fait des progrès considérables, surtout depuis les travaux théoriques et expérimentaux (ceux de Féry notamment), ayant démontré l'amélioration du rendement lumineux en fonction de la température.

Les principaux résultats obtenus par Féry dans ses recherches sur le rayonnement calorifique et lumineux de différents corps, sont résumés dans le tableau suivant :

Corps.	Rendement optique à la température de 900°.	1400°.
Carbone	0,00009	0,0054
Oxyde de chrome	0,00012	0.0155
Platine	0,0000	0,0207
Magnésie	0,0000	0,0127
Zircone	0,00024	0,0362
Chaux	0,0000	0,0149
Lanthane	0,00049	0.0709
Thorine	0,00058	0,0258
Mélange Auer (thorine et cérite)	0,00052	0,0273

Ce tableau indique bien l'accroissement considérable du rendement avec la température, et montre que le problème à résoudre consiste à trouver un corps aussi réfractaire que possible, et d'une durée pratique convenable. C'est ce problème qu'ont essayé de résoudre les chercheurs en proposant de construire des filaments en osmium, tantale, tungstène, voire même en zirconium.

Aussi depuis son origine, vers 1841, époque à laquelle un certain M. Moleyns, de Cheltenham, fit breveter une lampe électrique constituée par une spirale de platine à à l'air libre, la lampe à incandescence a-t-elle suivi une évolution des plus vastes. Après King, qui, en 1845, employa le premier un filament de carbone dans le vide [2], viennent les travaux classiques des Swan, Edison, Maxim, etc., qui nous dotaient de la lampe moderne, dont on vit de nombreux échantillons à l'Exposition de 1881.

La température dans la lampe à filament de carbone est estimée à 1600°, et la consommation est comprise en 3 et

[1] Voy. *L'Industrie électrique* (1906), n° 347, p. 251; n° 348, p. 285; n° 350, p. 334; n° 352, p. 379; n° 353, p. 406.

[2] Sa lampe était une sorte de tube à demi rempli de mercure, et qu'il retournait pour faire le vide autour du filament.

4 watts par bougie. On ne peut essayer de pousser au delà la température dans le but d'améliorer le rendement, sous peine d'abréger la durée du filament, dont le carbone se volatilise. En outre, comme le montre le tableau donné ci-dessus, le carbone possède un assez piètre rendement optique; le platine lui est bien supérieur et permettrait de construire des lampes consommant seulement 1 à 1,5 watt par bougie; malheureusement il n'est pas assez réfractaire pour permettre cette application. La même objection peut être faite, quoique à un moindre degré, aux lampes à osmium, au tantale, etc.; à température élevée, le filament se ramollit et se rompt facilement : c'est l'inconvénient général des nouvelles lampes à filament métallique, comme l'extrême fragilité du bâtonnet est celui des lampes à oxydes réfractaires, genre Nernst.

Continuant dans l'ordre chronologique des perfectionnements de la lampe à incandescence électrique, nous voyons d'abord apparaître la lampe Nernst, dont les premiers brevets remontent à 1880, mais qui ne fut réalisée que bien plus tard. Les bâtonnets peuvent supporter plus de 2000°, et la consommation spécifique est très faible; néanmoins l'emploi d'une petite résistance en série avec le bâtonnet, qui consomme en pure perte une certaine quantité d'énergie, relève à 1,4 watt par bougie en moyenne la consommation industrielle de la lampe.

Après la lampe Nernst, vint la lampe Auer à osmium; la température du filament peut être poussée à 1900° et la consommation est inférieure à 1,5 watt par bougie. L'avenir de ces lampes nous semble limité, vu surtout l'extrême rareté de l'osmium, métal de la classe du platine, qui l'accompagne presque toujours et dont il est extrêmement difficile de le séparer. D'ailleurs il suffit de considérer qu'une lampe à osmium coûte, je crois, 8 fr, pour comprendre l'obstacle économique apporté à son développement.

Enfin, tout récemment, on a proposé des filaments à base de métaux de la classe titane, tantale (lampe von Bolton) et de la classe tungstène, molybdène (lampe Kuzell) qui semblent fort s'approcher de la solution. Avec ces métaux très réfractaires, on peut pousser très loin la température, et d'ici peu de temps il est certain que l'on pourra livrer sur le marché des lampes d'une durée normale, et d'une consommation spécifique de 0,5 watt seulement par bougie.

Ce jour-là, ce sera la revanche de l'électricité sur le manchon à gaz. Nous dirons quelques mots de l'état naturel du titane, du tantale et du tungstène dont l'industrie de la fabrication des lampes à incandescence aura à se préoccuper comme matière première dans un avenir prochain.

Titane. — Le titane est extrêmement abondant à la surface du globe : il est plus répandu que le carbone ou le fer, et l'on peut même le considérer comme un des principaux constituants de la croûte terrestre. On le rencontre dans la plupart des roches cristallines, dans les argiles, les bauxites, les minerais de fer, etc.; il est certes beaucoup plus répandu que le tantale, le tungstène ou le molybdène, et c'est dire que son emploi comme filament permettrait certainement d'établir des lampes très peu coûteuses comme prix d'achat.

Ses deux minerais les plus répandus sont le rutile (oxyde de titane TiO^2) encore appelé « cheveux de Vénus » pour le magnifique éclat mordoré que possèdent certaines variétés, et l'ilménite (titanate de fer TiO^3Fe) qui existe alliée aux magnétites et autres minerais de fer, en masses considérables.

Nous avons déjà parlé du titane, au sujet des ferro-alliages, et mentionné que ce métal avait surtout été étudié par le métallurgiste américain J. Rossi.

Tantale. — Ce métal est beaucoup moins répandu dans la nature que le précédent, ou plus exactement il s'y trouve en quantité très faible, associé à des terres et sables d'où il est très difficile de l'extraire. Il accompagne très souvent le tungstène dans les minerais d'étain (cassitérite) et presque toujours le niobium, l'yttrium, l'uranium dans les terres rares. Pour ces différentes causes le tantale métallique revient à un prix très élevé.

Ce métal a été étudié très en détail par Werner von Bolton, qui a publié le fruit de ses recherches dans le *Zeitschrift für Elektrochemie* du 20 janvier 1905, et dans un mémoire présenté au Congrès tenu l'année dernière à Karlsruhe par la *Deutsche Bunsen Gesellschaft*. Le point de fusion du tantale, d'après cet auteur, serait supérieur à 2300° et il aurait pu pousser les filaments jusqu'à 2000°, avec une consommation correspondante de 0,35 watt par bougie.

Malheureusement, répétons-nous, l'extraction du tantale métallique est très difficultueuse; l'auteur a employé soit la réduction électrique à haute température, soit la réduction par le potassium métallique.

Tungstène. — Le tungstène est certainement moins rare que le tantale et le molybdène, mais il l'est davantage que le titane. Ses deux minerais principaux sont : le wolfram (oxyde de tungstène ou acide tungstique) et la scheelite (tungstate de chaux); le premier est le plus recherché.

Nous avons déjà parlé de ce métal au sujet des ferro-alliages; il est déjà employé sur une vaste échelle en métallurgie où il est très recherché, et en dépit des quantités de minerais de plus en plus considérables que l'on met sur le marché, les cours ont subi des augmentations formidables, qui n'ont pas l'air de vouloir disparaître, car les gisements reconnus sont relativement peu nombreux et peu importants. Nous avons déjà dit que les propriétés physiques et chimiques du tungstène et de ses alliages avaient été exposées dans un important mémoire du métallurgiste anglais Hadfield à l'*Iron and Steel Institute*. C'est le Dr Kuzell qui a expérimenté l'emploi de filaments en tungstène, et il aurait également obtenu des consommations spécifiques de moins de 0,4 watt par bougie.



Comme l'on voit, la lampe à incandescence électrique est à la veille d'un perfectionnement tel qu'elle n'en a pas connu jusqu'ici. Il serait à souhaiter qu'un expérimentateur compétent fixât une fois pour toutes, comme l'a fait Féry pour les oxydes rares, les propriétés calorifiques et lumineuses des métaux réfractaires susceptibles d'être employés comme filaments, par exemple : le tungstène, molybdène, titane, tantale, niobium, vanadium, chrome, osmium et zirconium.

Une pareille étude fixerait totalement sur le choix du meilleur filament à employer, tant au point de vue du rendement lumineux, que de la durée, de la résistance mécanique, et du coût d'établissement de la lampe.

(*A suivre.*) J. IZART.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les automotrices électriques du chemin de fer du North-Eastern. — Les récents essais de ces voitures sur ce réseau ont paru très satisfaisants. Les voitures sont du type à bogie ordinaire, d'une longueur totale de 16,5 m, et d'une largeur intérieure de 2,5 m. La voiture est divisée en trois compartiments, celui de l'avant contient un groupe électrogène à pétrole; entre ce compartiment et celui du centre se trouve un passage qui dessert à la fois la machine et les compartiments de voyageurs; le compartiment arrière contient le mécanisme pour manœuvrer le véhicule de cette extrémité.

Le compartiment du mécanicien a une longueur de 4 m, et il contient un moteur à pétrole de 60 poncelets à 4 cylindres horizontaux, construit par la *Wolseley Tool and Motor Car C°*, Adderley-Park, Birmingham. Les cylindres ont un diamètre de 21 cm et une course de 25 cm, la vitesse normale est de 420 t:m, qu'on peut pousser à 480 t:m pour faire démarrer le car rapidement. Les cylindres sont montés sur un carter contenant les manivelles, construit très solidement en fonte, des ouvertures d'inspection sont placées en haut et la chambre d'huile en dessous. On emploie pour tous les paliers principaux la lubrification forcée.

Le volant, qui est bien équilibré, a un diamètre de 91 cm; toutes les soupapes sont actionnées mécaniquement à l'aide de deux arbres à cames, et ceux-ci sont commandés par l'arbre secondaire de distribution.

Le vilebrequin est en acier fondu de Vickers Maxim. Les cylindres de la machine et les boîtes à soupapes sont refroidis au moyen d'une circulation d'eau, on emploie un radiateur de Clarkson et un ventilateur de Blackman pour refroidir l'eau.

L'allumage est obtenu par étincelle à haute tension. La machine est directement attelée à une dynamo excitée séparément, enroulée en compound, d'une puissance de 55 kw, étudiée spécialement pour fonctionner avec une variation de tension de 300 à 550 volts.

La moitié supérieure de l'inducteur peut être enlevée pour visiter l'induit.

L'excitatrice est une dynamo de 3,75 kw enroulée en shunt pour donner 72 volts; elle est actionnée par une courroie et se trouve montée au-dessus de la dynamo principale. Cette machine est capable d'exciter la dynamo principale et de fournir l'énergie nécessaire pour l'éclairage de 30 lampes à incandescence de 72 volts et de 16 bougies.

La tension de l'excitatrice peut être portée à 95 volts pour charger une batterie quand on n'en a pas besoin pour l'éclairage.

Deux moteurs Westinghouse de 40 kw (type de tramways), enroulés en série avec train de réduction simple, sont montés sur le bogie avant, au moyen d'une suspension à ressort attachée au cadre du bogie; les contrôleurs sont du type tramway série parallèle, disposés pour l'emploi du frein électrique.

La batterie contient 38 éléments en vases d'ébonite, portés dans une boîte en bois suspendue au-dessous du car, et elle a une capacité de 120 A-h et sert à assurer l'éclairage pendant les arrêts. Le frein est magnétique du type Newell.

Sur le bogie arrière est placé un compresseur d'air qui fournit l'air pour le sifflet d'alarme. Il est actionné par un petit moteur électrique de 700 watts, et il est mis en marche et arrêté au moyen d'interrupteurs commandés par le manomètre, en sorte qu'on obtient automatiquement une pression constante dans le réservoir d'air. Tout le mécanisme électrique a été fourni par la *British Westinghouse C°*. La manœuvre est la suivante : le courant produit par la dynamo passe par un disjoncteur automatique et va de là aux deux combinateurs. La tension est réglée au moyen d'un rhéostat placé près du contrôleur, à chaque bout du car. L'excitatrice est employée comme moteur en recevant le courant de la batterie pour démarrer la machine à pétrole. Après avoir amené la machine à la vitesse voulue et obtenu la tension de 400 volts, le car démarre à la manière ordinaire en manipulant la poignée du combinateur série-parallèle, en utilisant le couplage en série des moteurs, puis la marche en parallèle. On augmente ensuite graduellement la tension de la génératrice jusqu'à 550 volts en manipulant le rhéostat de champ près du contrôleur. A cette tension le car prendra une vitesse croissante jusqu'à ce qu'il atteigne la vitesse de 58 km:h. Pour arrêter le véhicule, on ramène la poignée du contrôleur à la position « arrêt », et si l'on veut freiner on pousse cette poignée en arrière sur la position « freinage », ce qui a pour effet d'appliquer le frein magnétique. Aussitôt que le car s'arrête, le rhéostat est remis sur la touche qui donne 400 volts. Si on désire faire marcher le car à demi-vitesse, on peut élever la pression à 550 volts en manœuvrant le rhéostat et en laissant la poignée du contrôleur à la position correspondant à la marche en série. On voit qu'on peut obtenir une gamme continue de vitesses.

On peut mettre les voitures en service en moins de

10 minutes, elles portent une provision de combustible et d'eau pour une journée entière de marche. Chaque car pèse 35 tonnes. Le compartiment réservé aux voyageurs est prévu pouren recevoir 52. L'éclairage est obtenu au moyen de 24 lampes à incandescence de 16 bougies.

Une exposition flottante. — Le *Flooting Exhibition Syndicate de* Victoria Street (Londres), a commandé le bateau à vapeur *Cambroman* à la Dominion C°, et maintenant il l'équipe pour une exposition de toutes sortes de productions anglaises. On réserve une place pour chaque exposant, et on prévoit le logement d'un agent industriel pour chaque exposant ou chaque groupe d'exposants. Ce bateau partira de Londres dans l'automne pour un voyage d'un an autour des différentes parties principales de l'Empire de la Chine, le Japon, l'Amérique du Sud et autres pays qui sont importants comme marché pour les produits de Grande-Bretagne; le premier port où le bateau touchera sera Montréal.

En tout on visitera plus de 40 ports. Cette exposition sera ouverte pendant une semaine à Londres avant le départ du bateau.

Une soudure pour l'aluminium. — On dit que le meilleur alliage pour souder l'aluminium consiste en 1 partie d'aluminium, 1 de phosphure d'étain, 11 de zinc et 29 d'étain. Pour éviter la perte de ces métaux qui sont très volatils, on fait fondre d'abord l'aluminium, puis on ajoute le zinc en petits morceaux, et enfin le phosphure d'étain et l'étain.

Pour la soudure on n'emploie aucun acide, mais les surfaces à joindre sont recouvertes d'abord d'une couche mince de soudure à la façon ordinaire, puis on les rapproche et les chauffe avec un fer à souder ou avec une lampe jusqu'à ce que la soudure qui s'y trouve déjà soit fondue, puis on applique les surfaces et la jonction se fait. Il faut chauffer l'aluminium jusqu'à 400 degrés avant de le souder.

Les ambulances électriques de Londres. — Le Conseil municipal de Londres s'est décidé a créer un service d'ambulance automobile qui sera en exploitation vers la fin de l'année courante. Il y aura plus de 50 stations d'appel. Celles-ci seront distribuées partout dans la cité et elles auront une apparence semblable aux avertisseurs d'incendie. Dans ce projet on prévoit l'achat de deux ambulances électriques, mais jusqu'à présent on n'en a acheté qu'une qui coûtera 10 000 à 12 000 fr. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 23 juillet 1906.

Influence de la pression et de la forme de la décharge sur la formation de l'ozone. — Note de M. A. Chassy, présentée par M. Lippmann. — Hautefeuille et Chappuis ont reconnu que, si l'on diminuait la pression de l'oxygène soumis à l'action de l'effluve, la production d'ozone était légèrement ralentie. Pour étudier complètement ce phénomène, il faut distinguer deux ordres de faits, bien différents, comme je l'ai montré dans mes notes antérieures : 1° la rapidité initiale de la formation d'ozone; 2° la limite atteinte quand la quantité d'ozone cesse d'augmenter.

J'ai montré en effet que la quantité d'ozone formée par unité de temps, ou vitesse de formation de l'ozone, décroît peu à peu, à mesure que la proportion d'ozone augmente, pour tendre vers zéro quand on s'approche de la limite. Cette vitesse dépend de la tension électrique, mais la limite, c'est-à-dire la proportion maximum d'ozone que l'on puisse obtenir, n'en dépend pas, pourvu que l'on ait dépassé la tension critique au-dessous de laquelle on n'observe pas de formation sensible d'ozone.

L'appareil employé se compose d'un ozoniseur de même genre que celui de M. Berthelot et communiquant avec l'une des branches d'un manomètre différentiel à acide sulfurique. L'autre branche du manomètre communique avec une ampoule fermée, placée à côté du tube à ozone, dans un grand bain liquide. Pendant le remplissage avec l'oxygène pur, ou lorsqu'on diminue la pression, l'ozoniseur et l'ampoule communiquent ensemble, par un tube à robinet, afin que la pression initiale soit la même dans ces deux récipients. On interrompt cette communication avant de faire passer l'effluve, et la proportion d'ozone formé se déduit de l'indication manométrique. L'emploi d'un bain et de l'ampoule compensatrice permet d'éviter les corrections qui proviendraient des variations de la température ou de la pression extérieure. Pour faire une lecture, il faut attendre que la petite élévation de température de l'oxygène ait disparu; on le reconnaît à la constance de l'indication du manomètre.

J'ai constaté les faits suivants en faisant varier la température depuis 1 atmosphère à 1 cm de mercure et en maintenant toujours constante la haute tension appliquée au tube à ozone. La quantité d'ozone formée par une première action de l'effluve, agissant pendant un temps donné et suffisamment court pour qu'on soit dans la période initiale, décroît en même temps que la pression, mais bien moins vite. Ainsi, en passant de la pression 76 à la pression 10 cm de mercure, cette quantité initiale diminue seulement de la moitié de sa valeur environ.

La concentration étant définie par le rapport de la quantité d'ozone à la quantité totale d'oxygène, on conclut donc qu'une action de courte durée produit une concentration d'ozone d'autant plus grande que la pression est plus faible. Ainsi, à la pression 10 cm de mercure, la concentration obtenue dans l'action initiale est près de 4 fois plus grande que la concentration analogue à la pression 76.

Si l'on prolonge l'action de l'effluve, la concentration croît évidemment, mais, cette fois, d'autant moins vite que la pression est plus faible. A tel point que, si l'on considère maintenant la concentration limite correspondante à une température donnée, on constate qu'elle diminue en même temps que la pression, mais faiblement il est vrai. A 10 cm de mercure et à 15°, elle serait environ la moitié de la concentration limite à la pression 76. Quant à la quantité totale maximum d'ozone formée à cette pression, elle serait donc environ 15 fois plus petite qu'à la pression 76. Si les concentrations limites

étaient les mêmes, ces quantités totales seraient seulement dans le rapport des pressions correspondantes. Ces concentrations maximum sont d'ailleurs difficiles à déterminer avec précision, car la limite est excessivement longue à atteindre et les petites traces d'impuretés modifient considérablement le résultat.

Tous les faits précédents sont un peu complexes et ne concernent que les cas où la pression n'est pas très faible. Le fait le plus intéressant se produit aux pressions inférieures à 6 cm environ. On remarque d'une façon très nette, et tout en maintenant constante la tension entre les armatures liquides, qu'il ne se produit pas d'ozone, quelle que soit la durée de l'expérience. La décharge électrique à la pression de quelques centimètres ne produit donc pas les mêmes effets chimiques que la décharge à une pression plus élevée. Ce n'est pas une simple question de plus ou de moins; il y a une transition brusque entre les modes d'action. Au voisinage de la pression où ce phénomène commence à se produire, on passe sans raison apparente du régime où se produit l'ozone au régime où il ne se produit pas. On a souvent constaté d'ailleurs, dans l'étude des gaz raréfiés, qu'un même tube pouvait, dans certains cas, présenter plusieurs régimes de décharge et qu'on passait facilement de l'un à l'autre. Si la pression est inférieure à 6 cm il n'y a jamais d'hésitation; l'ozone ne se produit pas du tout. Comme en outre, à ces basses pressions, la décharge offre l'aspect d'une lueur uniforme, analogue à celle qui se produit dans les tubes de Geissler à vide peu avancé, et différente de l'effluve qui se produit à pression plus élevée, on peut dire, il me semble, que cette différence dans les actions chimiques correspond au changement d'aspect lumineux.

Si l'on raréfie de l'oxygène ozonisé, on constate qu'en dehors de toute influence électrique il est aussi stable aux pressions inférieures à 6 cm qu'à la pression ordinaire. Si l'on soumet alors le gaz à l'action de la décharge on constate que l'ozone est détruit et transformé en oxygène.

J'ai opéré jusqu'à la pression de 1 cm. Il serait intéressant d'opérer à pression encore plus basse, mais cela n'est pas possible avec mon appareil dont la sensibilité devient trop faible tandis que les causes d'erreurs augmentent.

On peut supposer que la décharge résulte du mouvement des ions. La vitesse qu'ils prennent sous l'influence du champ est d'autant plus grande que le gaz est plus raréfié. On peut émettre plusieurs hypothèses et admettre, par exemple, que la formation d'ozone est due au choc des ions contre les molécules d'oxygène. On doit alors conclure de ce qui précède que, si la vitesse des ions est trop grande, l'ozone ne se forme plus et, comme conséquence, qu'il en est de même aux pressions, de l'ordre du millimètre, qui règnent ordinairement dans les tubes de Geissler.

Sur les résistivités des eaux minérales, leur coefficient de variation avec la température et différenciation des eaux minérales naturelles des eaux similaires fabriquées artificiellement. — Note de M. D. Negreano, présentée par M. Lippmann. — I. La résistivité d'une eau minérale est presque une constante physique, caractéristique pour chaque eau minérale en particulier et qui sert à la différencier d'une autre eau minérale. Cette résistivité est d'autant plus petite que la concentration de l'eau minérale est plus grande. J'indique, dans le tableau suivant, les résistivités de quelques eaux minérales réduites à la température de 18° C :

Eaux minérales.	Résistivités en ohms-cm à 18° C.
Eau minérale de Caciulata (Roumanie)	328
— Slanic, source n° 1 (Roumanie)	114
— — n° 3 —	48
— — n° 6 —	27,5
— Vichy, source Célestins	140
— Vittel, grande source	500
— Evian, source Cachat	1280

II. Déterminant les résistivités aux diverses températures, l'on constate que les résistivités diminuent par rapport à la température. Si l'intervalle de température n'est pas grand, les résistivités ρ_t à une température t peuvent être exprimées en fonction de la résistivité ρ_{18} à 18° C par la relation linéaire

$$\rho_t = \rho_{18}[1 - a(t - 18)],$$

où a est le coefficient de variation. La valeur de a est approximativement 0,02.

Voici d'ailleurs les valeurs exactes de a pour les eaux minérales précédentes :

Eaux minérales.	Valeurs du coefficient a.
Eau de Caciulata	0,019
Eau de Slanic, source n° 1	0,024
— n° 3	0,023
— n° 6	0,024
Eau de Vichy, source Célestins	0,023
Eau de Vittel, grande source	0,027
Eau d'Évian, source Cachat	0,026

III. Comme la résistivité d'une eau minérale naturelle est à peu près constante à une température déterminée, cette résistivité diffère notablement de celle d'une eau minérale similaire fabriquée artificiellement à la même température.

Voici quelques exemples. Déterminant la résistivité de l'eau de Vichy, source Célestins, j'ai trouvé la valeur de 140 ohms-cm à 18° C, tandis que pour la résistivité d'une eau minérale similaire fabriquée artificiellement, j'ai trouvé 112 ohms-cm à 18° C. De même la résistivité de l'eau d'Évian, source Cachat, est de 1280 ohms-cm à 18° C, et celle d'une eau minérale similaire artificielle de 1120 ohms-cm à 18° C.

Ces exemples montrent clairement que la méthode des résistivités électriques est une des plus efficaces pour différencier les eaux minérales naturelles des eaux minérales artificielles.

Séance du 30 juillet 1906.

Sur les variations de la résistance électrique des aciers en dehors des régions de transformation. —



Note de M. P. Fournel, présentée par M. H. Moissan. — Les courbes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans une note précédente montrent que la résistance d'un acier varie d'une façon différente suivant que la température est inférieure ou supérieure à la région des points critiques.

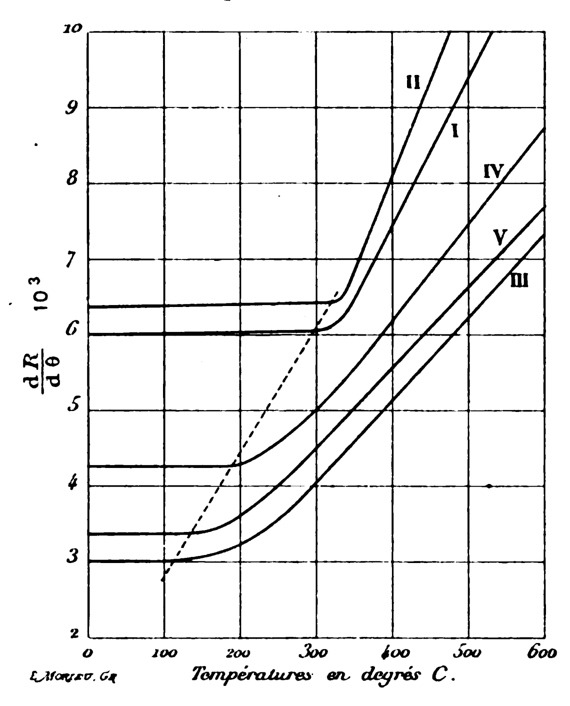
1° *Au-dessous de* 600°. — On constate d'abord que les courbes ne se rangent pas dans le plan des coordonnées suivant la simple teneur en éléments étrangers. Il semble que chacun de ces éléments intervienne avec son importance propre pour modifier le coefficient de température. Si l'on fait pour chaque échantillon la somme des produits des teneurs par les poids atomiques correspondants, on obtient les nombres que je désigne par Σ :

	Σ
Échantillon II.	21,14
— I.	31,42
— IV.	33,87
— V.	(Le dosage du Si n'a pas été fait).
— III.	43,36

C'est précisément dans cet ordre que se placent les courbes. Le nombre des échantillons étudiés est évidemment trop restreint pour qu'on puisse déduire de cette concordance un principe général. Il n'en ressort pas moins une indication intéressante sur les rôles respectifs du carbone, du silicium et du manganèse dans la variation de la résistance avec la température.

Les mêmes expériences nous ont permis de constater le fait suivant :

La résistance électrique d'un acier croît d'abord suivant



une loi linéaire puis, à partir d'une température qui dépend de la composition de l'alliage, la courbe se relève et devient parabolique.

Si l'on représente les variations de $\frac{dR}{d\theta}$ en fonction de θ, on obtient pour chaque échantillon un ensemble de deux droites : une parallèle à l'axe des températures et une oblique. Ces deux droites se raccordent à une température d'autant plus basse que la valeur de Σ est plus grande.

Cette particularité indique très probablement l'apparition du fer β. A partir de ce moment, la transformation va se produire avec une vitesse croissante pour se terminer au point A_2 des courbes de résistance.

2° *Au-dessus de* 900°. — La résistance croît proportionnellement à la température; elle s'exprime très exactement par la formule $R_t = R_{900}(1 + a\theta)$. Le coefficient de variation, beaucoup plus faible qu'au-dessous de 600°, semble augmenter avec Σ. Les échantillons étudiés donnent en effet pour *a* les valeurs suivantes :

	a.
N° II.	3,3 . 10⁻⁴
N° I	3,3 . 10⁻⁴
N° IV.	3,8 . 10⁻⁴
N° V.	4,0 . 10⁻⁴
N° III.	4,3 . 10⁻⁴

Séances du 6 août 1906.

Action des rayons X sur l'ovaire de la chienne. — Note de M. Roulier, présentée par M. Bouchard. (*Extrait.*) — Presque à la même époque, en février 1905, le Dr Halberstædter, de Breslau, MM. Bergonié, Tribondeau et Récamier, de Bordeaux, ont montré que les rayons X pouvaient, à des doses faibles, déterminer chez des lapines l'atrophie de l'ovaire.

Nous avons repris ces expériences sur des chiennes, animaux volumineux, résistants, se rapprochant davantage de l'homme. (*Suit le détail des expériences.*)

Conclusions. — Les rayons X ont une action élective sur l'ovaire en tant que glande active à rénovation cellulaire intense. L'atrophie peut être facilement obtenue chez les très petits animaux sans production d'alopécie. Elle est très difficile à obtenir chez la chienne malgré la production de graves lésions de la peau. Elle est très vraisemblablement impossible à déterminer chez la femme puisque des rayons n° 10 ne parviennent pas à modifier la teinte d'une pastille radiométrique placée devant l'ovaire d'un cadavre de femme.

BIBLIOGRAPHIE

Marche en parallèle des alternateurs, par P. Boucherot. — Imprimerie *Vaillant-Carmanne*, Liège, 1906. — Format : 33 × 16 cm; 96 pages.

Toute œuvre de M. Boucherot a trop de valeur, d'importance et d'intérêt pour que nous manquions de la signaler, quelles que soient les conditions de sa publication. — Ce préambule était nécessaire en présence de ce travail un peu spécial, en ce sens qu'il n'est qu'un *Extrait des Publications du Congrès international des*

Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées (Section de Mécanique) tenu à Liège en 1905, à l'occasion de l'Exposition de cette ville, et auquel l'auteur avait été officiellement délégué par la Société internationale des Électriciens. Nous n'avons pas besoin de dire que, dans ce *Rapport sur la Marche en parallèle des Alternateurs*, M. Boucherot a été à la hauteur de lui-même, c'est-à-dire à la hauteur de la Société qui l'avait délégué, en connaissance de cause, pour la représenter.

Dès les premières pages de ce remarquable mémoire, dès l'Introduction à ce sujet éminemment délicat entre tous, l'auteur y révèle sa haute conception de l'état de la question dont il est un des premiers et plus savants investigateurs et qu'il synthétise dans le triple objectif suivant : Accouplement non susceptible de se rompre et cependant sans rigidité excessive; — Limitation de l'écart angulaire à un fléchissement précédant suffisamment la rupture; — et Précautions contre les oscillations dues aux régulateurs de vitesse des machines motrices.

Les alternateurs *directement* actionnés sont d'ailleurs seuls considérés dans cette étude, à l'exclusion de ceux commandés par courroies qui, s'ils sont plus difficiles à étudier théoriquement, sont, au point de vue du couplage en parallèle ici en cause, d'une réalisation pratique plus aisée et présentent en outre moins d'intérêt pour les stations centrales qui les emploient peu, comme moins avantageux que les précédents. Les alternateurs-volants pour moteurs à pistons, les turbo-alternateurs à vapeur et les alternateurs montés sur turbines hydrauliques font donc seuls l'objet de ce travail, et encore, parmi les premiers, l'auteur a-t-il eu surtout en vue les moteurs à vapeur, plus anciens et mieux connus que les moteurs à gaz, pour lesquels il réclame même, en vue de l'extension de la théorie générale, des courbes de moments moteurs lui permettant de combler une lacune actuellement imposée.

Ce fascicule comprend quatre chapitres, dont une partie seulement du premier contient des calculs purement électriques, ce qui montre bien que le problème du couplage en parallèle des alternateurs est presque exclusivement d'ordre mécanique et justifie pleinement la communication de ce Rapport au Congrès mentionné. — Voici la succession et les titres de ces quatre grandes divisions : Propriétés des alternateurs couplés en parallèle; — Perturbations non périodiques; — Oscillations forcées; — Oscillations dues aux régulateurs de vitesse des machines motrices. Fidèle et conscient disciple de M. Hospitalier, l'auteur, avec une rare intelligence des besoins des travailleurs sérieux, a fait suivre le tout d'un tableau général des notations adoptées et des unités à employer, l'omission de ce dernier renseignement étant, plus encore que toute autre, la grosse pierre d'achoppement à l'application, sinon à l'intelligence de nos meilleurs Guides, absolument dépourvus, de ce chef, de toute valeur pratique. — Puisse son exemple être suivi même par les plus grands pontifes de la Science! E. Boistel.

Les Piles sèches et leurs applications, par A. Berthier. — *Desforges*, éditeur, Paris, 1906. — Format : 19×13 cm; 140 pages. — Prix : 1,75 fr.

Dire que les piles *sèches* sont des piles hydro-électriques est avouer qu'elles sont *humides*, ce que personne n'ignore aujourd'hui, leur dénomination n'ayant d'autre objet que de les indiquer *à liquide immobilisé*. Les seules piles sèches réellement sont en effet les piles thermo-électriques, dont il n'est pas question ici. Telles qu'elles sont cependant, les prétendues piles sèches longtemps délaissées semblent appelées aujourd'hui à un certain succès, grâce à de nombreuses et intéressantes applications, dont, en première ligne, l'allumage des moteurs à explosion, fixes ou d'automobiles, la lumière de poche, encore un peu à l'état de jouet ou de fantaisie, ne leur offrant pas un bien grand débouché. Dans les quatre parties de son petit traité, déjà arrivé à sa seconde édition et faisant suite à ses autres volumes sur les piles et accumulateurs, l'auteur étudie successivement : les Piles sèches à liquide excitateur salin, — Celles à liquide alcalin, — les Dispositifs particuliers mis en jeu dans leur emploi, — et leurs Applications. La table des matières constitue, à elle seule, un intéressant répertoire des nombreux essais tentés dans cette voie. A ces divers titres, ce petit volume continuera certainement à trouver acquéreurs parmi les amateurs, plus nombreux, on le sait, que les connaisseurs. E. Boistel.

Étude de la Résonance des systèmes d'antennes dans la télégraphie sans fil, par C. Tissot. — *Gauthier-Villars*, éditeur, Paris, 1906. — Format : 23×14 cm; 203 pages. — Prix : ?.

A côté d'importants travaux théoriques, tels que ceux de Max Abraham, M. Brillouin et Drude, un grand nombre de recherches expérimentales sur ce sujet ont été conduites avec le seul souci d'obtenir la solution de questions pratiques immédiates. Elles ont été effectuées la plupart du temps avec des dispositifs incapables de fournir des mesures de quelque précision, ou dans des conditions tellement différentes de celles supposées par la théorie, qu'elles ne sont guère susceptibles d'apporter un contrôle sérieux aux relations générales que celle-ci a permis d'établir. Ce contrôle cependant est d'autant plus intéressant à obtenir qu'il entre dans le fonctionnement des systèmes utilisés pratiquement, de nombreux facteurs dont la théorie ne peut tenir compte. — C'est cette lacune qu'a pour objet de combler ce travail purement expérimental.

Réduite à la plus simple interprétation de son fonctionnement général, la télégraphie sans fil doit être considérée comme comportant essentiellement un *oscillateur* ou système transmetteur, dont la partie principale est

l'antenne d'émission, et un *résonateur* ou système récepteur, dont la partie principale est l'antenne réceptrice.

Dans une première partie de son travail, l'auteur étudie les conditions générales de résonance d'un certain nombre de systèmes d'antennes et d'excitateurs. L'emploi d'appareils appropriés lui a permis de se placer dans les conditions mêmes des applications pratiques et de satisfaire en même temps à celles que la théorie suppose réalisées. Cette première étude lui a fourni des méthodes susceptibles de se prêter un contrôle mutuel pour la détermination des *constantes* de ses oscillateurs et résonateurs.

Un oscillateur ou un résonateur se trouvant défini, en principe, quand on connaît la valeur de la *période* et de l'*amortissement*, la détermination des périodes des systèmes d'antennes fait l'objet de la seconde partie du travail, et la détermination des amortissements, celui de la troisième.

Dans la quatrième enfin, l'auteur a rassemblé tous les documents recueillis au cours de ses expériences sur les valeurs de l'*énergie mise en jeu* dans les systèmes d'antennes et sur l'influence exercée par les divers facteurs, dont dépend la transmission, sur la quantité d'énergie émise.

Cette simple énumération suffit à montrer toute l'importance d'un opuscule auquel le nom seul de l'auteur ferait la meilleure réclame, s'il en était besoin.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

366 018. — **Stone.** — *Télégraphie sans fil* (9 mai 1906).

365 877. — **De Leliva.** — *Pile sèche perfectionnée* (7 avril 1906).

365 883. — **Wommelsdorf.** — *Plateau de machine à influence* (24 avril 1906).

365 927. — **Mortier.** — *Alternomoteur électrique à stator mobile actionnant une pompe à débit ou couple résistant variable* (3 mai 1906).

365 931. — **Société parisienne pour l'industrie des chemins de fer et des tramways électriques.** — *Moteur monophasé sans collecteur marchant à haute tension* (5 mai 1906).

365 954. — **Sibley et Lutz.** — *Coude pour conduits de canalisations électriques* (7 mai 1906).

365 985. — **Pifre.** — *Système de réglage de moteurs électriques* (7 mai 1906).

366 045. — **Pifre.** — *Dispositif pour le réglage des moteurs électriques* (9 mai 1906).

366 057. — **Société Thomson-Houston.** - *Mode d'excitation des pôles supplémentaires destinés à assurer une bonne commutation dans les machines à courant continu dont l'induit est muni de un ou plusieurs circuits en parallèle* (10 mai 1906).

366 061 — **Société Bergmann Elektricitäts Werke.** — *Élément rotatif pour machines électriques à grande vitesse* (10 mai 1906).

366 062. — **Société Bergmann Elektricitäts Werke.** — *Inducteur tournant pour génératrice à courant mono ou polyphasé* (10 mai 1906).

365 872. — **Woodhouse.** — *Conduit perfectionné pour conducteurs électriques* (19 mars 1906).

365 918. — **Turtel.** — *Innovations dans les compteurs d'électricité par prépaiement* (4 mai 1906).

365 955. — **Sibley et Lutz.** — *Système de boîte de jonction pour conduits de canalisations électriques* (7 mai 1906).

366 088. — **Levy.** — *Appareil à rayons X* (11 mai 1906).

366 153. — **Kitsee.** — *Ligne télégraphique à grande capacité* (13 mai 1906).

366 139. — **Latour.** — *Transformation de vitesse d'un moteur à collecteur à courants alternatifs à caractéristiques Série en un moteur à caractéristique Shunt* (12 avril 1906).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est. — Cette Société a été définitivement constituée le 19 juin 1906. Sa durée sera de 99 ans, sauf bien entendu les cas de dissolution anticipée ou de prorogation.

Le siège social est établi à Paris, 31, avenue de l'Opéra; il pourra être transféré dans tout autre endroit de la même ville par décision du Conseil d'administration.

La Société a pour objet de faire toutes opérations commerciales, financières, industrielles et immobilières et spécialement celles se rattachant directement ou indirectement à l'électricité, à la production, aux applications diverses et à la distribution de l'énergie électrique et de toutes autres forces, à l'industrie de la construction électrique, à celle de la construction en général ainsi qu'à tous modes de transport en commun et en général à toutes industries mécaniques, métallurgiques, chimiques, électrochimiques et aux commerces et industries de l'eau et du gaz. Cet objet comprend notamment :

1° L'acquisition des ateliers établis à Jeumont (Nord) pour la construction du matériel électrique et qui font l'objet des apports indiqués ci-après; l'exploitation de ces ateliers par l'exercice des industries en cours comme l'adjonction de tous autres commerces ou industries;

2° L'achat, la construction, l'exploitation et la vente de toutes usines servant ou pouvant servir aux industries sociales, telles que, par exemple, celles affectées à la fabrication, la construction ou la transformation de tous matériel, outils, machines, métaux et matériaux quelconques, ou aux applications sous toutes leurs formes de l'industrie de l'électricité, du gaz, des transports par chemins de fer, tramways ou autrement;

3° L'installation pour son compte ou pour le compte de tiers et l'exploitation, l'achat, la vente, la dation ou la prise à bail, ou en régie intéressée, de toutes usines de production d'énergie en vue de son exploitation ou de sa vente pour tous usages, aux particuliers ou pour des services publics;

4° L'obtention, l'exploitation ou la rétrocession de toutes concessions ou autorisations pour la distribution sous une forme quelconque de l'électricité, du gaz, de l'eau, ainsi que de toute concession de transports en commun;

5° L'acquisition, l'exploitation ou la vente de tous brevets appelés à jouer un rôle dans ses industries ou son commerce.

La Société peut s'intéresser, sous forme de commandite, d'ouverture de crédit ou encore d'achat ou de souscription d'actions, de parts ou d'obligations, dans des Compagnies clientes de ses ateliers ou de ses usines; elle peut aussi concourir à la formation ou au développement de toute Société dont le but serait conforme en partie à l'objet social ci-dessus défini et qui pourrait être utile à ses industries.

La Société fait toutes ces opérations, soit seule, soit en participation, soit pour compte de tiers, en France, dans les colonies ou à l'étranger.

Elle peut se fusionner avec d'autres sociétés similaires.

Le capital social est fixé à 15 millions de francs et divisé en 60 000 actions de 250 fr chacune dont : 52 588 sont souscrites en numéraire et 7412 sont attribuées en représentation de l'apport ci-après mentionné. Le Conseil d'administration est dès à présent autorisé à porter en une ou plusieurs fois le capital à 25 millions de francs par la création de 40 000 actions nouvelles sans recourir à une décision de l'Assemblée générale. Celle-ci sera seulement appelée à constater la sincérité de la souscription et des versements.

La Société parisienne pour l'industrie des chemins de fer et des tramways électriques et les Ateliers de constructions électriques de Charleroi apportent conjointement à la Société :

I. 1° L'usine située à Jeumont (Nord), comprenant : ateliers, magasins, remises, bureaux et autres dépendances, avec raccordement au chemin de fer, d'une superficie de 4 hectares 14 ares 45 centiares, cadastrée sous les numéros 558 p, 560, 565, 566 p et 595 de la section A, d'un seul tenant, sauf une parcelle pour le raccordement du chemin de fer; 2° ensemble le matériel, les machines et tout l'outillage, tant fixe que mobile, se trouvant actuellement dans ladite usine et ses dépendances, y compris les travaux de constructions commencés en vue de l'agrandissement de l'usine; 3° les marchés en cours, les modèles et les marques de fabrique.

II. Les terrains acquis en vue d'y établir une usine centrale d'électricité et un atelier pour la construction des câbles électriques, pour lesquels des travaux de fondations et de constructions sont commencés, savoir : 1° un lot de terrains d'une contenance de 94 ares 73 centiares, cadastré section A de la commune de Jeumont, sous les numéros 543 p, 545 p, 546 p, 531 p, d'un seul tenant; 2° un autre lot de terrains, provenant du bureau de bienfaisance de Jeumont, d'une contenance de 55 ares 61 centiares, cadastré sous les numéros 561 p et 562 de la section A de la commune de Jeumont; 3° et un autre lot de terrains d'une contenance totale de 5 hectares 1 are 12 centiares, cadastré section A de la commune de Jeumont, numéros 568, 569, 570, 571, 572, 573 p, 575 p, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582 p, 582 p, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589 et 591.

En échange de ces apports il est remis à la Société parisienne pour l'industrie des chemins de fer et des tramways électriques et aux ateliers de constructions électriques de Charleroi, qui en feront entre eux la répartition ainsi qu'ils aviseront : 1° 7412 actions de 250 fr chacune entièrement libérées et 10 000 parts sur les 20 000 parts bénéficiaires, outre l'attribution proportionnelle sur les 10 000 parts restantes, de celles revenant aux Actions attribuées aux deux Sociétés sus-indiquées, à raison de une part pour six actions.

La Société pourra, par délibération de l'Assemblée générale prise sur la proposition du Conseil d'administration, émettre des obligations hypothécaires ou autres. Par dérogation à ce qui précède, le Conseil d'administration est, dès à présent, autorisé à créer et à émettre en une ou plusieurs fois, sans avoir besoin de recourir à l'autorisation de l'Assemblée générale, à concurrence de 10 millions de fr, des obligations dont il déterminera seul le taux d'intérêt, les délais d'amortissement et les conditions d'émission.

Le Conseil d'administration est composé de 3 membres au moins et de 12 au plus. Leurs fonctions sont de six années, sauf renouvellement par tiers à l'expiration du premier exercice, d'un tiers à l'expiration du troisième exercice et pour les autres membres restants à l'expiration du cinquième exercice. Pour l'application de cette disposition, le sort indiquera l'ordre de sortie.

Le Conseil d'administration est investi des pouvoirs les plus étendus pour l'administration de la Société et pour faire tous actes énoncés ou prévus dans l'objet social.

L'Assemblée générale se compose de tous les actionnaires propriétaires de 20 actions ou représentant ce nombre. Chaque actionnaire a autant de voix qu'il possède de fois 20 actions, sans limitation.

Les convocations doivent être faites par un avis inséré dans un journal d'annonces légales de Paris, vingt jours au moins à l'avance pour les Assemblées annuelles et dix jours seulement pour toutes autres assemblées, quel que soit leur objet. L'Assemblée annuelle doit avoir lieu dans le courant du premier semestre.

L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre. Par exception, le premier exercice social ne se terminera que le 31 décembre 1907.

Les produits annuels, après déduction faite de toutes les charges sociales et des frais généraux, constituent les bénéfices. Parmi les charges sociales sont comprises la somme réservée pour faire face à l'amortissement et à l'intérêt de toutes les sommes empruntées sous quelque forme que ce soit et celles que le Conseil jugera utile de prélever pour les amortissements annuels ou les versements à un fonds de renouvellement du matériel, des brevets, des meubles et immeubles.

Sur ces bénéfices nets, ainsi établis, il est prélevé :

1° 5 pour 100 pour la réserve légale;

2° La somme nécessaire pour servir un premier dividende à concurrence de 4 pour 100 aux actionnaires sur le montant de leurs versements.

L'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, aura le droit de constituer sur le surplus des bénéfices tous fonds de réserve extraordinaire ou de prévoyance.

Le reliquat des bénéfices nets sera réparti comme suit :

5 pour 100 au Conseil d'administration;

65 pour 100 aux actions;

30 pour 100 aux parts bénéficiaires.

En cas de liquidation de la Société au terme fixé pour la durée ou de dissolution avant ce terme pour quelque cause que ce soit, l'actif net social, après extinction de tout le passif, sera employé d'abord au remboursement des actions au pair.

Le surplus appartiendra : 70 pour 100 aux actions, 30 pour 100 aux parts bénéficiaires.

Le premier Conseil d'administration est composé de MM. Roch Boulvin, ingénieur, demeurant à Bruxelles-Ixelles; Raynald-Louis-Henri Legouez, ingénieur en chef des ponts et chaussées, demeurant à Paris, 83, avenue Malakoff; Georges Theunis, ingénieur, demeurant à Bruxelles.

M. Benjamin Boyer, comptable, et M. Wulmar Renvillon, comptable, ont été choisis pour remplir les fonctions de commissaires.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

58 053. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 355 10 Octobre 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 212 ter, boulevard Pereire. — Paris. TÉLÉPHONE 538-02	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Le régime futur de l'électricité à Paris. — Les vacances ont laissé reposer cette question urgente, mais elle va bientôt reprendre une nouvelle actualité à la rentrée du Conseil municipal.

On sait qu'en juillet dernier, le Conseil s'était séparé sans prendre aucune décision, et qu'il ne restait plus en présence que deux propositions, l'une émanant de MM. Schneider et Mildé, l'autre, plus récente, présentée par M. Albert Sartiaux au nom d'une sorte de consortium formé par les Secteurs. Depuis cette époque, une entente est intervenue ou est sur le point d'intervenir entre les deux groupes intéressés. L'entente se traduirait, sinon dans la forme, du moins dans le fond, par une prolongation des concessions, ou, plus exactement, des permissions des Secteurs jusqu'en 1912 ou 1913, de façon à permettre la transition du régime actuel au régime définitif. Quel sera ce régime et dans quelles conditions se fera le régime transitoire au point de vue des abaissements de tarifs sur lesquels comptent les abonnés, c'est ce que personne ne saurait dire ni prévoir, étant donné la multiplicité et la diversité des intérêts en jeu.

On peut cependant, sans être initié aux secrets des dieux, affirmer que nous resterons encore longtemps dans l'indécision, si l'on en juge par ce qui se passe à propos du gaz. On sait que la Compagnie du gaz actuellement en liquidation depuis le 1er janvier exploite pour le compte de la Ville de Paris jusqu'en 1907. Moins de trois mois nous séparent de l'échéance fatale, et c'est seulement dans la session qui va s'ouvrir que M. Desplas déposera un rapport établissant un cahier des charges sur l'exploitation du gaz en régie directe et un autre cahier des charges visant la régie intéressée. Le temps fera certainement défaut pour conclure utilement cette année, et la Compagnie du gaz continuera sans doute en 1907 ce qu'elle a fait en 1906 : une exploitation à la petite semaine... pardon... à la petite année. Doux pays!

Conférence internationale de télégraphie sans fil. — La deuxième Conférence internationale de télégraphie sans fil s'est ouverte à Berlin le mercredi 3 octobre. Espérons qu'elle sera plus heureuse dans ses travaux que la première, tenue en août 1903, et dans laquelle la Grande-Bretagne et l'Italie, toutes deux plus spécialement intéressées au système Marconi, refusèrent de signer le protocole. Le gouvernement allemand voudrait, avec raison à notre avis, modifier la situation actuelle

qui réduit beaucoup l'utilité de la télégraphie sans fil au point de vue des échanges de télégrammes internationaux et de la sécurité des navires. Une station équipée avec un système donné se refuse à recevoir les dépêches transmises par les postes fixes ou flottants munis de systèmes différents. L'importance des intérêts en jeu rend l'entente difficile. La durée de la Conférence sera longue, surtout si elle aboutit. Nous tiendrons nos lecteurs au courant de cette intéressante question internationale.

Distinctions honorifiques. — Il y a quelque temps l'École technique supérieure d'Aix-la-Chapelle a décerné le titre de docteur-ingénieur à M. Héroult, pour ses travaux d'électro-métallurgie, et l'École technique supérieure de Berlin vient d'accorder la même distinction à M. Rateau, professeur à l'École des mines de Paris, pour ses travaux relatifs aux turbines à vapeur.

Ligne d'essai pour tension de 100000 volts. — Lors des essais d'isolateurs pour lignes à haute tension, on tâche, ainsi que l'indique M. Wernicke dans un article paru dans les *Elektrische Bahnen und Betriebe*, de tenir compte des conditions atmosphériques (pluie, neige, brouillards, etc.), en mesurant la tension nécessaire pour qu'une décharge se produise entre le rebord inférieur de l'isolateur et sa tige, et en imitant artificiellement la pluie. Il est de beaucoup préférable d'essayer les isolateurs dans les conditions de la pratique, c'est-à-dire de les installer sur des poteaux aériens et de procéder aux essais par les plus mauvais temps; avec la pluie artificielle on ne peut tenir compte de l'effet du vent qui la chasse horizontalement.

M. Friese, dans son étude sur l'emploi de la porcelaine comme isolant, attribue le phénomène de la décharge par le bord inférieur au fait que, lorsque la surface est mouillée, la cloche supérieure est conductrice et que les filets d'eau qui coulent le long du rebord sont au même potentiel que la canalisation, de sorte qu'ils ne suivent plus les lois de la pesanteur, mais sont attirés par la tige qui est à un potentiel différent; l'action du vent renforce cette attraction, de sorte que la décharge se produit pour une tension moins élevée que quand la pluie tombe verticalement.

On ne peut naturellement pas essayer ainsi à l'air libre tous les isolateurs, et du reste parfois l'attente d'un orage serait trop longue, on doit se contenter d'essayer quelques échantillons des divers types. Tous les isolateurs doivent, en outre, être essayés à la manière ordinaire pour déceler les défauts de fabrication.

La Société de Pankow, près Berlin, afin de pouvoir essayer des isolateurs à l'air libre, a installé une ligne d'essai, où sont essayés des isolateurs fournis par la Société de l'ambroïne de Berlin. La description de cette installation est assez intéressante, car la tension peut y être portée à 100 000 volts, et en outre la ligne n'est pas uniquement aérienne, mais une partie est dans un bâtiment où sont installés les appareils générateurs, et en raison du mode de construction de ces bâtiments, l'installation n'a pas été commode. On a dû faire deux traversées, l'une dans un mur, l'autre au-dessus d'une porte.

Le transformateur est installé dans une salle; ce dernier, à huile, d'une puissance de 20 kw, a un rapport de transformation de 220 à 100 000 volts.

Cet appareil, fourni par la Société Westinghouse anglaise, a comme dimensions extérieures de la caisse à huile 750 × 1050 × 1600 mm; sans huile il pèse 1265 kg et l'huile pèse environ 900 kg. L'appareil ne chauffe pas, car il fonctionne presque toujours à vide. Devant le transformateur est disposé le tableau de distribution qui comprend un interrupteur bipolaire, un interrupteur automatique déclenchant à volonté pour diverses intensités et un voltmètre à fil chaud; ce dernier est placé dans le circuit primaire, mais est gradué pour la tension secondaire, d'après le rapport de transformation.

Auprès du tableau est un ampèremètre à fil chaud branché dans le primaire, indiquant l'intensité dans ce circuit; à vide pour 220 volts primaire elle est de 18 ampères. Ce courant ne varie pas, que la canalisation soit branchée ou non; des expériences ont montré que la capacité de cette canalisation est pratiquement nulle.

Devant le tableau est disposé l'appareil de réglage. Il est construit d'une manière analogue à un combinateur de tramway et permet de faire varier la haute tension de 10 000 volts en 10 000 volts.

Comme en manœuvrant ce régulateur il se produisait souvent des surtensions, ce qui provoquait le fonctionnement de l'interrupteur automatique, on a remplacé cet appareil par une bobine à réaction réglable, qui du reste permet de régler avec plus de précision la haute tension.

A gauche, au-dessus du transformateur, la canalisation constituée par un fil de cuivre nu, étamé, traverse la cloison, la traversée se fait à travers une plaque d'ambroïne de 1000 × 1000 × 25 mm, dans laquelle sont rapportés deux tubes en ambroïne de 60 mm de diamètre extérieur, de 26 mm de diamètre intérieur et de 600 m de longueur placés l'un au-dessus de l'autre, les axes étant à une distance de 500 mm l'un de l'autre. Dans ces tubes sont disposées des tiges rondes en métal (soutenues par des pièces d'ambroïne), ayant à leurs extrémités des bornes pour recevoir la canalisation.

La canalisation, dans les endroits où elle est libre, comporte un filet de protection, en cordes de chanvre (afin d'éviter des phénomènes de décharge, qu'aurait provoquées un filet métallique). La canalisation disposée sur consoles avec isolateurs en ambroïne, parcourt un corridor assez étroit et traverse le mur au-dessus d'une porte.

La traversée du mur est tout à fait analogue à celle de la cloison; les deux tubes d'ambroïne sont simplement placés au même niveau au lieu d'être disposés l'un au-dessus de l'autre. Un bec de gaz est placé dans la cour assez près du conducteur mais cela n'a donné lieu à aucun inconvénient, il en est de même de canalisations électriques voisines placées dans des tubes Bergmann. La dernière partie de la canalisation est tendue à travers la cour de la fabrique, munie du filet de protection en cordes de chanvre, et vient aboutir à un poteau de 5 m de hauteur sur lequel on monte les isolateurs à essayer.

On peut également essayer dans la cour des isolateurs placés à proximité du sol.

On a naturellement d'abord essayé l'installation elle-même, pendant la pluie et la neige, et on a constaté qu'elle se comportait très bien. Il n'y avait qu'un fait gênant, c'était le déclenchement de l'interrupteur automatique, lorsque l'on manœuvrait trop brusquement l'appareil régulateur à touches, par suite de surtensions dans la ligne. En manœuvrant très lentement cet appareil, c'est-à-dire en restant plus d'un quart de minute sur chaque plot, on arrive à éviter cet inconvénient qui a disparu complètement du reste depuis l'emploi de la bobine à réaction.

Les surtensions dans la canalisation se manifestaient par le bruit sec de la décharge dans l'air, de sorte qu'un observateur placé dans la cour, s'apercevait de la manœuvre du régulateur. A 40 000 volts, les fils commencent à briller, on entend le bruit du pétillement de la décharge superficielle, dans l'air; à 100 000 volts les raccords avec les tiges placées dans les tubes d'ambroïne, sont lumineux, ainsi que les bornes du transformateur, et, en général tout ce qui est en contact avec la haute tension.

Cette installation en service depuis plus de six mois montre que l'on peut exécuter, même dans l'intérieur des bâtiments, des canalisations à 100 000 volts.

Variation de la résistance électrique des fils de palladium en fonction de l'hydrogène occlus. — D'après les

Annalen der Physik, M. F. Fischer, de Giessen, a entrepris des essais à ce sujet. Il a trouvé que la résistance augmentait rapidement dès les premières traces d'hydrogène occlus, puis ensuite que le volume occlus augmentant, l'élévation de résistance est moins rapide, et qu'à partir d'un volume occlus égal à 30 fois celui du fil, l'augmentation de résistance est proportionnelle à l'augmentation de volume de l'hydrogène occlus. Pour une occlusion d'environ 950 fois le volume du fil, l'allure de la courbe change et l'augmentation de résistance de la résistance avec l'augmentation du volume de l'hydrogène diminue. Lors de la saturation il a à peu près 1000 fois son volume d'hydrogène, une sursaturation ne provoque pas d'augmentation de résistance. La résistance maximum est 1,69 fois plus grande que la résistance initiale. De 30 à 950 volumes d'hydrogène le rapport de résistance R à la résistance initiale R_0 est donné par la relation :

$$\frac{R}{R_0} = a + bH,$$

dans laquelle $a = 1,0292$, $b = 0,000668$ et H est le rapport du volume de l'hydrogène à celui du fil.

Le fil s'allonge sous l'influence de l'hydrogène occlus. L'allongement linéaire à la limite de saturation est proportionnel au volume d'hydrogène occlus et est de 0,00002539 cm par cm pour chaque quantité d'hydrogène de même volume que le fil.

La sursaturation provoque un allongement proportionnellement plus élevé; dans le cas de sursaturation, l'hydrogène s'échappe de lui-même, et dans le cas de non-saturation on peut le retirer au moyen d'oxygène; dans les deux cas le fil se raccourcit, et ce raccourcissement est plus important que l'allongement, de sorte qu'en fin de compte le fil s'est raccourci, par contre sa résistance électrique n'a pas varié.

Les installations de la Société électrotechnique suisse. - Les nouvelles installations créées par la Société électrotechnique suisse, comprennent l'inspectorat des installations à courant industriel, un laboratoire pour les essais et un autre pour l'étalonnage.

L'inspectorat du courant industriel a comme but principal de surveiller la construction et l'exploitation des installations électriques, de veiller à ce que l'on applique les règles de la Société suisse, et, en général, de veiller à la sécurité publique. Des visites périodiques donnant lieu à des rapports détaillés sont faites par les employés de l'inspectorat, d'après un tarif élaboré par une Commission. Les membres de la Société ont des réductions sur ce tarif. D'autres inspections ont lieu seulement dans certains cas, quand elles sont demandées par les autorités fédérales ou par la Commission de surveillance.

Les propriétaires des installations qui sont soumises aux visites régulières de l'inspectorat, sont obligés pour la construction et l'exploitation de se conformer aux règlements de la Société électrotechnique suisse.

L'inspectorat a encore une autre tâche importante, car le gouvernement a concédé à la Société électrotechnique une partie de son pouvoir exécutif, et c'est l'inspectorat qui est chargé de faire appliquer les règlements élaborés avec le concours de la Société.

Le laboratoire d'essais s'occupe de la vérification des installations et des matériaux pour des tiers, le plus ordinairement; on y procède également à des recherches scientifiques aux frais de la Société. Quant au laboratoire d'étalonnage il s'occupe d'étalonner des appareils, compteurs, etc., soit pour les fabricants, soit pour les consommateurs. Sur demande l'étalonnage de certains instruments peut être fait au lieu d'emploi.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Écouen — *Traction électrique.* — Il serait question d'établir la traction électrique entre Pierrefitte, Écouen et Luzarches, et tout dernièrement le Conseil municipal d'Écouen a manifesté son horreur pour la traction à vapeur dans la décision suivante :

Le Conseil, considérant qu'il est question de substituer dans le réseau nord la traction électrique à la traction par la vapeur :

Déclare donner en principe sa pleine adhésion à la substitution de la traction électrique à la traction par la vapeur, ainsi qu'au projet qui en est la conséquence et qui assure aux populations les plus grands avantages;

Vote en principe, par 9 voix contre 1, une subvention de 1500 fr.

Décide de porter la subvention, si besoin est, à 1700 fr, mais à la condition que les communes intéressées votent elles-mêmes les subventions prévues dans le barème de M. le Préfet, qui leur a été adressé.

Demande instamment à M. le Préfet de faire procéder sans retard aux études préparatoires.

Le Mont-Blanc. — *Chemin de fer électrique.* — Pour éviter es, ennuis d'un tunnel percé sous le rocher comme à la Jungfrau, un ingénieur, M. Feldmann, vient de dresser un projet d'établissement de chemin de fer suspendu qui gravirait le Mont-Blanc jusqu'au sommet de l'Aiguille du Midi.

Le principe appliqué par M. Feldmann dans la partie supérieure de la ligne, à partir du glacier des Bossons, consiste à faire rouler les véhicules, reliés entre eux par un ou plusieurs câbles de traction, sur deux câbles de suspension en fil d'acier remplissant l'office de rails. Les câbles de traction sont entraînés par des moteurs électriques; les câbles de suspension, en fil d'acier, ont 44 mm de diamètre, ils sont placés l'un au-dessus de l'autre et sont fixés à un viaduc réuni à la montagne par une maçonnerie et des masses formant lest. Ils passent sur des poulies et sont chargés par des poids réduisant sensiblement leur flèche et atténuant les inconvénients qui en résultent. Ils doivent porter en permanence une charge de 30 tonnes et sont essayés comme les câbles de traction, pour un coefficient de sécurité de 10, c'est-à-dire sous 300 tonnes. En conséquence la résistance de chacun des câbles est assez forte pour porter la voiture si l'autre câble venait à casser.

Le temps de construction prévu est de 3 à 4 ans.

La dépense est évalué à 4 millions de fr.

Longchaumois (Jura). — *Traction électrique.* — La commune de Longchaumois, du fait de sa situation topographique, ne pouvait bénéficier de la ligne d'intérêt Morez-Saint-Claude; le Conseil d'arrondissement de Saint-Claude, estimant qu'il serait juste de faciliter les relations d'un bourg industriel aussi déshérité, a émis un vœu en faveur d'une ligne de tramway électrique de Morez à Longchaumois.

L'étude a été faite et M. l'ingénieur en chef en communique les résultats au Conseil général; la longueur de la ligne est de 12,800 km, la dépense de premier établissement 819 000 fr, soit 63 000 fr par km, la recette kilométrique 1137 fr, les frais kilométriques d'exploitation 3052 fr.

Le Conseil reconnaît l'intérêt qui s'attacherait à l'établissement de cette ligne, mais l'état des finances départementales ne lui permet pas d'entrer actuellement dans la voie de la réalisation.

Tarbes (Hautes-Pyrénées). — *Chemin de fer électrique.* — Parmi les nombreuses réunions de Conseils généraux nous recueillons le vœu suivant émis par le Conseil général des Hautes-Pyrénées : que l'État signe dans le délai de six mois avec la Compagnie du Midi une nouvelle convention ayant pour objet la concession à titre d'intérêt général : *a.* d'une voie normale électrique d'Auch à Lannemezan par Galan passant à l'est de Castelnau-Magnoac; *b.* d'une ligne à voie étroite de Castelnau-Magnoac à Tarbes par Trie et Pouyastruc. Que cette convention ait pour objet de prolonger d'Arreau à Vieille-Aure et à traction électrique la ligne de Lannemezan à Arreau.

Dans le cas où ladite convention ne serait pas signée dans le délai ci-dessus, il est entendu que la convention déjà intervenue entre l'État et la Compagnie et ratifiée par une loi de juillet 1900 recevrait son plein effet et la déclaration d'utilité publique interviendrait à bref délai.

M. Baudens déclare qu'il n'est pas suffisamment éclairé sur des propositions émanant cependant d'un représentant autorisé de la Compagnie du Midi.

Après avoir repris l'historique de la question, le Président du Conseil général dit qu'il a conscience, malgré les critiques dont il a été l'objet, d'avoir toujours agi pour sauvegarder les intérêts du département. Il cite les nouvelles lignes du Midi sur lesquelles on utilise aujourd'hui la traction électrique, il pense que notre département avec les richesses naturelles que représente la houille blanche peut espérer à son tour la réalisation des projets attendus depuis si longtemps.

M. Abadie ne croit pas qu'en ajournant cette question jusqu'à la session d'avril on compromette aucun intérêt.

Consulté, M. Thélin, ingénieur en chef, expose clairement la question au point de vue théorique et pratique. Il démontre les avantages qui résulteront de l'emploi de l'électricité pour la traction des voies ferrées du département et déclare qu'avec les 15 millions prévus pour l'établissement de la ligne d'Auch à Lannemezann on pourra aussi établir la ligne à voie étroite de Castelnau-Magnoac à Tarbes. La charge pour le département serait de 1 200 000 fr environ pour l'achat des terrains, ce qui correspond à 4 centimes additionnels. Il ne croit pas que le Conseil général puisse hésiter un seul instant à accepter une combinaison qui est des plus avantageuses.

Après une courte discussion, les termes de la proposition de la Commission des travaux publics sont adoptés.

Wattrelos (Nord). — *Éclairage.* — Après avoir vainement essayé d'exploiter elle-même une station centrale, la municipalité de cette ville, après avoir vendu son matériel, en est réduite à accepter pour son éclairage les offres que lui fait une puissante Société locale.

Le *Central Electric du Nord*, une filiale de la Société Mongy, vient en effet d'entamer des pourparlers avec la ville de Wattrelos en vue de passer un contrat d'éclairage public. Cette entreprise voudrait savoir, avant de les continuer, si le Conseil est en principe hostile à l'éclairage électrique ou si ces pourparlers ont quelque chance d'aboutir.

Le Conseil vient d'autoriser M. Challuin à continuer les négociations.

ÉTRANGER

Spokane (États-Unis). — *Chemin de fer électrique.* — Le chemin de fer électrique de Spokane, très intéressant au point de vue technique, vient d'être terminé entre Spokane, Wash et quelques autres villes. Après achèvement complet, la ligne aura 170 km de longueur. La voie et l'équipage aérien sont terminés entièrement. L'énergie est fournie aux locomotives électriques sous forme de courant continu à 600 volts ou de courant alternatif simple. L'énergie électrique est fournie par la Washington Water Power C° sous forme de courants triphasés à 4000 volts et 60 périodes par seconde : un poste de groupes convertisseurs est établi à 16 km au sud de Spokane. Ce poste contient quatre moteurs-générateurs de 1000 kw composés chacun d'un moteur asynchrone triphasé à 4000 volts et 60 périodes par seconde et d'un alternateur monophasé à 2200 volts et 25 périodes par seconde. Une dynamo à courant continu d'environ 560 kw et 550 volts est reliée à une batterie d'accumulateurs et fonctionne tantôt en génératrice, tantôt en moteur. Les trois machines sont montées sur un socle commun, et les trois rotors sont calés sur le même arbre. Trois groupes d'excitation sont composés chacun d'un moteur triphasé de 55 kw entraînant une dynamo génératrice à courant continu de 50 kw.

La tension du courant alternatif à 2200 v et 25 périodes par seconde est élevée à 45 000 volts par quatre transformateurs de 1250 kw à bain d'huile et circulation d'eau. De là, l'énergie électrique est transmise à 15 postes de transformateurs statiques contenant chacun deux transformateurs de 375 kw qui abaissent la tension à 6600 volts, tension d'alimentation du fil de travail. Les locomotives et les automotrices sont alimentées par du courant alternatif à 6600 volts en rase campagne, par du courant alternatif à 700 volts dans les villages, et par du courant continu à 600 volts dans les villes. Les automotrices sont équipées avec quatre moteurs de 75 kw : les locomotives sont munies de quatre moteurs de 110 kw. Les moteurs sont réglés, dans les deux cas, au moyen du système de commande Westinghouse à unités multiples; les moteurs sont connectés deux par deux en série d'une façon permanente. Les locomotives portent deux autotransformateurs et un disjoncteur. Les contacteurs qui composent le controller tourelle sont commandés par des valves électromagnétiques à courant alternatif établies pour 200 v et pouvant fonctionner sur 80 volts continus. La tension nécessaire pour ces électro-aimants est fournie par des prises de courant placées sur l'auto-transformateur, ou, dans le cas du courant continu, par des prises de courant branchées sur une résistance formant potentiomètre.

Wellington (Nouvelle-Zélande). — *Traction électrique.* — Nous donnons quelques détails sur les installations de traction électrique de Wellington, qui compte une population de 57 660 habitants. Le nombre de kilomètres parcourus dans l'année écoulée s'est élevé à 2 400 000 km, et le nombre de voyageurs transportés a atteint 13 600 000. La longueur des voies exploitées est de 35 km.

La voie est établie sur rails d'une masse linéaire de 45 kg:m posés sur fondations en béton. La ligne de trolley est supportée par des poteaux tubulaires en acier coulé.

L'usine génératrice comprend trois chaudières Lancashire à chargement automatique : l'eau d'alimentation passe dans un économiseur Green de 650 tubes. Chaque chaudière est munie d'un surchauffeur, qui élève d'environ 60° la température de la vapeur. La salle des machines contient quatre groupes électrogènes, un de 185 kw et trois de 370 kw : un groupe de 750 kw est au montage. Le groupe de 185 kw est destiné à l'éclairage municipal et fournit du courant continu à 220 volts. Parmi les groupes de 370 kw, un est en réserve et les deux autres assurent le service de traction. La vitesse angulaire des machines du groupe de 185 kw est de 500 t:m. Les machines à vapeur sont verticales et compound. La condensation est assurée par des condenseurs à injection que desservent trois pompes centrifuges directement accouplées à des moteurs électriques.

Le matériel roulant comprend quarante-six automotrices montées sur des trucks Brill équipés chacun avec deux moteurs de la General Electric C° de 18 kw. Le courant est distribué aux automotrices par fils aériens et recueilli par des trolleys à roulette articulés.



ÉCHAUFFEMENT DES CABLES SOUTERRAINS

Depuis que nous avons publié dans ce journal une étude sur l'échauffement des câbles souterrains [1], les résultats de travaux parallèles ont été publiés qui tendent à jeter quelque lumière sur les points encore obscurs par suite d'expériences insuffisantes. Il n'est donc pas sans intérêt de revenir sur cette question.

Ces travaux ont porté tant sur la partie théorique que sur la détermination des coefficients de conductibilité thermique. Le professeur Mie a fait une étude théorique de la conductance thermique des câbles multiples, par une méthode toute différente de la nôtre, et des plus laborieuses en raison de son caractère purement analytique.

Pour en symboliser d'une manière suffisamment simple les résultats, l'auteur a introduit la notion du *rayon équivalent*, notion qui se réduit à ceci : étant donné un câble multiple symétrique, trouver le rayon du câble à conducteur unique qui, mis au centre de la même enveloppe, donnera la même conductance. La formule correspondante, approximative, utilisée par MM. Teichmüller et Humann, est la suivante :

$$X = (a + r) \sqrt[n]{\frac{n^n}{a + nr}}$$

où n est le nombre de conducteurs, les autres symboles, étant comme dans l'étude antérieure :

r, rayon d'un des n conducteurs;
a, distance de l'axe de l'un d'eux à l'axe du câble.

Cette formule n'est pas d'un calcul plus simple que celles qui résultent des formes de fonctions que nous avons publiées. Si l'on considère, en effet, un câble triple, par exemple, il suffira pour avoir, si besoin est, le rayon équivalent X, d'écrire :

$$\log \frac{X}{R} = \frac{2}{3} \log \left(\frac{a}{3r} \cdot \frac{R^6 - a^6}{R^3 a^3} \right)$$

et d'en tirer X.

L'emploi de nos formules, et en particulier des courbes qui donnent les valeurs chiffrées des facteurs logarithmiques, est donc pour le moins aussi simple, et peut être un peu plus exact.

Toutefois, je dois redonner ici le tableau III rectifié, l'omission accidentelle de facteurs numériques ayant eu pour résultat de fausser l'expression de la conductance. (Voy. le tableau colonne suivante.)

On reconnaît facilement que la formule de Mie donne des valeurs pratiquement identiques à celles qui résultent de ce tableau, pour les dimensions usuelles de la pratique.

[1] Voy. *L'Industrie électrique* du 25 juin 1906, p. 281.

CONDUCTANCE THERMIQUE LINÉAIRE DU DIÉLECTRIQUE DES CABLES A CONDUCTEURS MULTIPLES, CIRCULAIRES, ÉGAUX ET SYMÉTRIQUES SOUMIS A LA MÊME DENSITÉ DE COURANT, EN CALORIES (GRAMME-DEGRÉ) PAR SECONDE ET PAR MÈTRE.

Conducteur unique :

$$(C_c/l) = k_2 \,.\, 2\pi \frac{1}{\log_e \frac{R}{r}}.$$

Câble à deux concentriques :

$$(C_c/l) = k_2 \,.\, 2\pi \frac{1}{\log_e \frac{R}{\sqrt{r_1 r_2}}}.$$

Câble à deux parallèles :

$$(C_c/l) = k_2 \,.\, 2\pi \frac{2}{2\log_e \left(\frac{a}{2r} \cdot \frac{R^4 - a^4}{R^2 a^2} \right)}.$$

Câble à trois parallèles :

$$(C_c/l) = k_2 \,.\, 2\pi \frac{3}{2\log_e \left(\frac{a}{3r} \cdot \frac{R^6 - a^6}{R^3 a^3} \right)}.$$

Câble à quatre parallèles :

$$(C_c/l) = k_2 \,.\, 2\pi \frac{4}{2\log_e \left(\frac{a}{4r} \cdot \frac{R^8 - a^8}{R^4 a^4} \right)}.$$

r, rayon d'un conducteur;
R, rayon de l'enveloppe;
a, distance de l'axe d'un conducteur à celui du câble;
k_2, conductibilité spécifique du diélectrique.

M. Teichmüller, dans ses recherches, a dû d'abord comme nous-même, chercher à chiffrer la conductance du sol à l'entour du câble enterré. Il a pu en préciser la valeur en introduisant cette hypothèse, que *la surface du sol est un isotherme*.

L'introduction de cette condition permet d'écrire immédiatement, d'après la théorie des images, que la conductance a pour valeur :

$$k_3 \,.\, 2\pi \frac{l}{\log_e \frac{2h}{R}}.$$

en appelant h la profondeur du câble sous le sol.

En fait, cette hypothèse conduit à une expression qui ne diffère pas de celle que nous avions formulée en l'appuyant sur cette autre supposition, qu'à une distance D de l'axe du câble, l'excès de température du sol devient insensible. Admettre que la surface du sol est un isotherme conduit à chiffrer la valeur de D à celle $2h$, du double de la profondeur du câble.

Cette hypothèse est aussi acceptable que toute autre dans son résultat chiffré; mais son point de départ, l'isothermie de la surface du sol, n'est pas sans prêter à la critique. Pourquoi en serait-il ainsi? Sans doute, en raison des conditions atmosphériques qui tendent, en

effet, à niveler les températures superficielles. Mais admettre que la conductance autour du câble soit déterminée par cette condition, c'est admettre que l'influence de ces circonstances extérieures se fera sentir au moins jusqu'à la profondeur où gît le câble, et au delà. Or, on sait combien peu profondément pénètrent dans le sol les modifications de la température superficielle; et il est bien improbable qu'un câble posé à 0,6 ou 0,7 m en soit jamais influencé d'une manière bien appréciable.

Il est à remarquer que M. Humann lui-même tout en adoptant la formule de M. Teichmüller, fait remarquer plus loin que la température du sol à 5 centimètres audessous de la surface, varie très peu, malgré de fortes variations de celle de l'air.

La base théorique de la formule considérée est donc aussi peu solide que possible. Toutefois, on peut admettre, comme nous le disons plus haut, les valeurs numériques qui en résultent, tant qu'on ne sera pas en état de les établir sur des données plus sûres.

MM. Teichmüller et Humann ont entrepris une série de mesures ayant pour objet la détermination des coefficients de conductibilité tant des diélectriques que du sol. Ce sont ces résultats surtout qu'il nous importe de soumettre à la discussion.

Diélectrique. — Les auteurs expriment le coefficient sous la forme d'une *résistance spécifique* σ, et l'expriment en mesure électrique. Comparant aux conductibilités k en mesure thermique, on a la relation simple : $k = \frac{0,24}{\sigma}$. Sans entrer dans l'analyse des résultats obtenus, disons que les auteurs trouvent une valeur moyenne de $\sigma = 650$ pour des câbles simples; et 600 environ pour des câbles multiples. La valeur $\sigma = 600$ correspond à $k_1 = 0,0004$ alors que nous avions été amené à supposer une valeur très différente à peu près 10 fois plus forte. On est alors conduit à se demander quelle nature de matière formait le diélectrique des câbles essayés. Malheureusement, les auteurs sont très réservés sur ce sujet. Le seul détail donné est que le jute imprégné et le papier faisaient partie des matières isolantes. Les auteurs ont cependant remarqué que la valeur de σ n'est *pas la même pour des câbles de fabrication différente*; mais n'ont pas signalé sur quoi portaient les différences. Un autre point à noter est que les températures n'ont pas été poussées, d'indication expresse des auteurs, jusqu'au point de fusion de la matière isolante d'imprégnation. Pour des câbles de haute tension, les auteurs trouvent $\sigma = 550$ en moyenne pour un certain nombre de câbles, mais 440 seulement pour un certain type, établi autrement que les autres.

Nous sommes très porté à croire que la valeur $\sigma = 600$ peut convenir, en effet, à certains types de câble, en particulier aux types à isolement fibreux avec matière imprégnante sèche, comme sont presque tous les câbles de fabrication un peu ancienne; mais cette valeur ne semble pas devoir convenir aux isolements de papier, avec matière imprégnante plus ou moins pâteuse.

Donc, tout en enregistrant avec intérêt les résultats des mesures des auteurs, nous croyons devoir maintenir nos conclusions antérieures, tendant à la nécessité de nouveaux essais, et en insistant pour que la nature physique des matières d'isolation soit aussi bien définie que possible.

Sol. — Pour le sol, les auteurs ont eu recours à des expériences faites sur un sol en quelque sorte artificiel, c'est-à-dire sur du sable plus ou moins humide ou de la terre placée dans l'intervalle de deux tubes concentriques. Ils ont bien fait un essai dans le sol naturel, en y plaçant une hélice en métal roulée sur un noyau isolant, et en plaçant des thermomètres à diverses profondeurs. Mais on semble avoir rencontré quelques difficultés, entre autres la longueur de l'essai. Le régime n'était atteint qu'après 260 heures; et les auteurs n'ont pas cru pouvoir tirer parti des chiffres obtenus pour le calcul de la conductibilité.

Celle-ci a donc été déduite d'essais spéciaux qui ont porté sur du sable plus ou moins humide, et sur de la terre normale, de laquelle on avait dû malheureusement, retirer les cailloux trop volumineux.

L'on a trouvé :

Sable à	0,4 centième d'humidité	......	$\sigma = 322$
—	4,4 centièmes d'humidité	......	81
—	9,9 —	......	62
Terre à	12,0 —	......	117

et en opérant sur de la terre en couches plus minces, un chiffre voisin de 100.

Ces valeurs mettent bien en relief l'influence énorme de l'humidité du sol. Cela paraît bien venir à l'appui de ce que nous disons plus haut au sujet des matières isolantes dans le câble même. Il y a là évidemment une difficulté grande pour la prédétermination de la température du câble enterré, car, en toute rigueur il faudrait connaître la nature du terrain dans lequel se fera la pose.

Mais tant de précision n'est pas nécessaire à ce sujet. Les chiffres extrêmes, 60 et 120, correspondent à $k = 0,004$ ou 0,002 en négligeant le terrain exceptionnellement sec.

La valeur $k_3 = 0,0017$ établie directement par les physiciens est suffisamment voisine des précédentes, et on pourra s'y tenir avec une précision suffisante.

En résumé, la question de l'influence du sol sur le refroidissement reste un peu incertaine du fait même que le phénomène est assez mal défini. La conductibilité est connue cependant d'une manière suffisante.

Du côté du câble même, le phénomène bien mieux défini se prête à une évaluation beaucoup plus précise; mais la conductibilité mesurée doit être rapportée à une composition de l'isolation qui soit physiquement bien déterminée. Il y a de sérieuses raisons de croire que les divers types d'isolation ont des conductibilités thermiques très différentes. De nouvelles déterminations sont donc encore très nécessaires. R.-V. Picou.

CALCUL DE LA GRANDEUR DES ÉLÉMENTS

D'UNE

BATTERIE D'ACCUMULATEURS

POUR UNE CAPACITÉ DONNÉE

QUAND LA DÉCHARGE S'EFFECTUE A INTENSITÉ VARIABLE

Il ne semble pas qu'il existe jusqu'à présent de méthode qui permette de résoudre directement cette question. Jumau, dans son récent ouvrage si complet sur les accumulateurs électriques, n'en indique aucune; il cite seulement deux procédés graphiques, l'un du Dr K. Norden, l'autre de Rosander et Forsberg pour déterminer quelle fraction de la capacité d'un élément donné est utilisée dans une décharge connue à intensité variable.

En général, on se contente de calculer l'intensité moyenne et on prend le type du catalogue qui fournit la capacité demandée avec cette intensité-là. On peut ensuite contrôler à l'aide de l'une des deux méthodes précitées si le type choisi a effectivement une capacité suffisante, quand la décharge s'effectue suivant le diagramme proposé, et l'on arrive ainsi au résultat après quelques tâtonnements.

Le procédé indiqué ci-après a l'avantage de donner la solution immédiatement. Il se base sur l'équation de Peukert, qui dans une décharge à intensité constante, établit entre cette intensité I et la durée de décharge T la relation :

$$I^nT = K. \qquad (1)$$

L'exposant n dépend du système d'accumulateur employé; il peut être constant pour tous les types d'un même système, ou bien il peut varier quelque peu suivant les dimensions des plaques; mais pour une plaque donnée, il est toujours invariable, quel que soit le nombre des plaques de l'élément.

La grandeur K reste constante pour un type déterminé quand I et T varient, mais elle diffère d'un type à l'autre.

L'exposant n est donc une caractéristique du système d'accumulateur; la grandeur K en est une du type d'élément et elle pourrait être inscrite au catalogue tout comme le prix, le poids des électrodes ou les dimensions des bacs.

Il s'agit de montrer qu'à un diagramme de décharge donné correspond une valeur déterminée de K facile à trouver, et qu'il suffit par conséquent de calculer cette valeur de K pour avoir l'élément cherché.

Admettons que la décharge soit représentée par le diagramme de la figure ci-contre. Supposons également qu'on ait choisi un système d'accumulateur déterminé et tel que l'exposant n soit connu.

Soient $I_1, I_2, I_3 \ldots I_p$ les différentes intensités de décharge, et $t_1, t_2, t_3 \ldots t_p$, les temps de décharge correspondants.

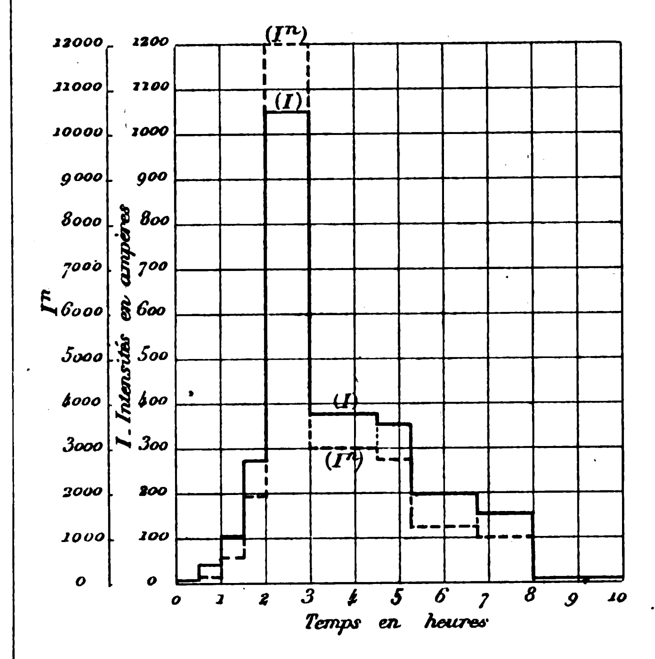
Construisons un second diagramme avec les intensités $I^n_1, I^n_2, I^n_3 \ldots I^n_p$ agissant pendant les mêmes temps, et déterminons l'aire de la surface S limitée par la ligne (I^n) ; on a :

$$S = I^n_1t_1 + I^n_2t_2 + I^n_3t_3 + \ldots + I^n_pt_p = \Sigma I^nt, \qquad (2)$$

ce qui peut s'écrire aussi :

$$S = I^n_1T_1\frac{t_1}{T_1} + I^n_2T_2\frac{t_2}{T_2} + I^n_3T_3\frac{t_3}{T_3} + \ldots + I^n_pT_p\frac{t_p}{T_p} \qquad (3)$$

où $T_1, T_2, T_3 \ldots T_p$ représentent les durées de décharge qui correspondraient aux intensités $I_1, I_2, I_3 \ldots I_p$, si ces



dernières restaient constantes pendant tout le temps de la décharge.

Or d'après l'équation (1)

$$I^n_1T_1 = I^n_2T_2 = I^n_3T_3 = \ldots I^n_pT_p = K,$$

on a :

$$S = K\left(\frac{t_1}{T_1} + \frac{t_2}{T_2} + \frac{t_3}{T_3} + \ldots + \frac{t_p}{T_p}\right). \qquad (4)$$

Mais $\frac{t_1}{T_1}$ représente la fraction de la capacité I_1T_1 déchargée pendant le temps t_1; $\frac{t_2}{T_2}$ la fraction de la capacité déchargée pendant le temps t_2, et ainsi de suite. Par conséquent, l'expression $\frac{t_1}{T_1} + \frac{t_2}{T_2} + \ldots + \frac{t_p}{T_p}$ est la fraction de capacité déchargée pendant le temps $t_1 + t_2 + \ldots + t_p$, et pour que l'élément soit complètement déchargé au bout de ce temps, il faut que cette expression soit égale à l'unité. On aura donc finalement :

$$K = S = \Sigma I^nt. \qquad (5)$$

Ainsi quand on a le diagramme donnant I en fonction du temps, il suffit de construire la ligne brisée ou la courbe (I^n) et de déterminer l'aire de la surfaee qu'elle

limite, pour avoir immédiatement K, c'est-à-dire la constante caractéristique de l'élément cherché.

Les valeurs de l'exposant n pour les différents systèmes d'accumulateurs ont été étudiées par Loppé qui a trouvé des chiffres variant de 1,20 à 2,00. Pour les marques les plus répandues, n est compris entre 1,30 et 1,40.

Supposons qu'il soit égal à 1,35 et appliquons la méthode que nous venons d'exposer au diagramme de la figure 1. Les valeurs de $I^n t$ et de It sont réunies dans le tableau ci-après.

TEMPS EN HEURES ET MINUTES.	t.	I.	$I^{1,35}$.	$I^{1,35}.t$.	$I.t$.
0 00 0 30	0,50	8	16	8	4
0 30 1 00	0,50	40	145	72	20
1 00 1 30	0,50	104	528	264	52
1 30 2 00	0,50	272	1 935	967	136
2 00 3 00	1,00	1048	11 954	11 954	1048
3 00 4 30	1,50	378	3 017	4 525	567
4 30 5 15	0,75	352	2 740	2 055	264
5 15 6 45	1,50	196	1 243	1 864	294
6 45 8 00	1,25	164	979	1 224	205
8 00 10 00	2,00	8	16	32	16
	10,00			22 965	2606

Ainsi la capacité requise, $\Sigma It = 2606$ A-h, et la grandeur K, soit $\Sigma I^n t = 22\,965$. La durée totale de la décharge est de 10 heures, l'intensité moyenne est de 2606 A; avec la méthode habituelle on choisirait donc un élément qui donnât un peu plus de 260,6 A-h à l'intensité de 260 A; mais cet élément serait beaucoup trop petit. En effet, il aurait comme constante caractéristique

$$K = 260^{1,35} \, . \, 10 = 18\,200,$$

chiffre inférieur de 4765 à la valeur trouvée plus haut, soit 22 965. Voyons à quoi correspond cette différence sur le catalogue.

Les systèmes d'accumulateurs les plus employés, dans la partie de leur tarif qui interviendrait ici, ont des capacités en 10 heures de 120 à 150 A-h par couple de plaques. Prenant une valeur intermédiaire, par exemple, 130 A-h, l'élément considéré aurait 20 plaques positives.

D'autre part, appelant K_1 la caractéristique d'un élément d'une seule plaque positive, I_1 l'intensité correspondante, I_π et K_π les grandeurs analogues pour un élément de π plaques positives, on aura :

$$I_\pi = \pi I_1 \qquad (6)$$

et en vertu de l'équation de Peukert :

$$I^n_1 T = K_1 \qquad (7)$$

$$I^n_\pi T = K_\pi. \qquad (7a)$$

Des égalités (6), (7) et (7a) on tire :

$$K_\pi = (\pi I_1)^n T = \pi^n I^n_1 T$$

$$K_\pi = \pi^n K_1. \qquad (8)$$

Si donc on a deux éléments qui aient respectivement μ et ν plaques positives, on pourra poser :

$$K_\mu - K_\nu = (\mu^n - \nu^n) K_1. \qquad (9)$$

Revenant à notre exemple numérique, ν sera le nombre de plaques positives de l'élément trouvé par la méthode habituelle, soit 20; μ, le nombre de plaques positives de celui qui doit être donné par le procédé faisant l'objet de cette étude ;

$$K_\mu = 22\,965; \quad K_\nu = 18\,200; \quad K_\mu - K_\nu = 4765;$$

et

$$K_1 = 13^{1,35} \, . \, 10.$$

Substituant ces valeurs dans l'égalité (9) et effectuant les calculs, on en tire $\mu = 23,7$; et comme le nombre des plaques ne peut être qu'un nombre entier, $\mu = 24$.

Dans certains cas, il peut donc y avoir un écart très sensible entre le type qui donnerait la capacité requise avec l'intensité de décharge moyenne, et celui qui est réellement nécessaire pour pouvoir fournir cette même capacité avec l'intensité variable exigée par les conditions spéciales de l'exploitation. P. FAURE-MUNRO.

MOTEURS A VAPEUR SURCHARGÉS

Par définition, un moteur surchargé ou surmené est un moteur produisant une puissance supérieure à celle pour laquelle il a été normalement établi et fourni par le constructeur. Cette surcharge, qui de l'exception devient la règle dans toutes les industries prospères, a inspiré à M. AIMÉ WITZ quelques considérations théoriques et pratiques fort intéressantes qu'il a communiquées récemment à la *Société industrielle du nord de la France*, et que nous croyons utile de résumer ici, car elles pourront servir d'indication à bon nombre de directeurs de stations centrales ou d'autres industries, souvent hésitants sur le parti à prendre en présence d'un accroissement continu de la consommation ou de la puissance à produire.

M. Aimé Witz cite certaines installations dans lesquelles une machine d'une puissance normale donnée est augmentée de *cinquante pour* 100 et souvent plus, en particulier le lundi matin, en hiver, alors que l'on demande de l'électricité pour l'éclairage, et que les transmissions et les machines froides donnent lieu à des résistances anormales. Cet accroissement excessif de puissance se traduit toujours par un abaissement du rendement et un accroissement corrélatif de la consommation de vapeur et de charbon, tandis que le remplacement du moteur surchargé par un moteur plus puissant entraîne une dépense de premier établissement importante, des troubles et des embarras dans l'exploitation, et même, éventuellement, un chômage.



Jusqu'où peut-on aller en surmenant un moteur avant de le remplacer avec avantage? Telle est la question difficile à laquelle M. Witz cherche une réponse satisfaisant à la fois le technicien et l'homme d'affaires. Bien que la question soit surtout une question d'espèce pour chaque cas particulier, M. Witz énonce, comme résultats de sa longue expérience, quelques règles qui, tout en ne constituant que des indications générales, sont néanmoins assez précises pour établir un diagnostic probable que viendra confirmer le plus souvent l'homme de l'art.

Après avoir très libéralement et très largement calculé leurs moteurs, les constructeurs ont, pendant ces dernières années, serré la question de plus près et, aujourd'hui, la plupart d'entre eux n'en donnent à leurs clients *que pour leur argent*, c'est-à-dire que la puissance *nominale* d'un moteur et la puissance *maxima* dont il est capable tendent à se rapprocher de plus en plus. En osant dire ce que M. Witz ne dit pas, il est probable que, dans quelques années, les deux puissances se confondront, et la question posée par l'auteur n'existera plus, parce que toute surcharge sera devenue à peu près impossible.

Il résulte d'un certain nombre de tableaux donnant les puissances, les pressions, les dimensions des cylindres, les vitesses angulaires des moteurs et les vitesses des pistons que l'accord parfait entre les constructeurs n'existe pas encore, sauf peut-être sur un point, celui relatif au *volume ergétique* (1) de ces moteurs, c'est-à-dire au quotient du volume engendré par le déplacement des pistons par le travail engendré, ce que M. Witz appelle, en mélangeant les grandeurs et les unités : *les volumes engendrés par le piston pendant l'unité de temps par cheval indiqué*.

M. Witz estime que la considération relative au volume ergétique ou au travail volumique d'un moteur est empirique et très artificielle — opinion d'ailleurs discutable. — A son avis, les ingénieurs-constructeurs ont en réalité choisi une base d'évaluation plus rationnelle, celle qui correspond au meilleur rendement thermique de la machine. La puissance nominale d'un moteur thermique se trouve ainsi définie comme celle qui correspond au meilleur rendement.

En théorie, on est conduit à donner à la détente la plus grande valeur possible; en pratique, on est limité par l'action nuisible des parois au point de vue thermique, et la diminution du rendement organique résultant de l'emploi de grands volumes.

Pour les machines monocylindriques, l'admission est prise égale à 1/8 ou 1/10 de la course. Avec des machines compound, on peut détendre au 1/13 lorsque les sections des cylindres sont dans le rapport de 1 à 2, si l'on ne considère que la puissance *indiquée*. En considérant la puissance *effective*, l'emploi d'une longue détente n'a pour effet que de réduire la puissance du moteur sans améliorer son rendement.

Il résulte des tableaux dressés par M. Witz que les longues détentes que l'on serait tenté d'accepter en ne considérant que la puissance *indiquée*, sont souvent excessives lorsqu'on les apprécie au point de vue de la puissance *effective*, disponible sur l'arbre.

Les expériences démontrent également que le rendement thermique indiqué, c'est-à-dire le rapport du travail mesuré à l'indicateur à la chaleur fournie au moteur varie très peu aux environs du maximum. C'est ainsi, par exemple, qu'une machine Piguet monocylindrique a pu varier de puissance dans le rapport de 1 à 2, alors que la consommation spécifique de vapeur n'a varié que de 7 centièmes.

Des résultats analogues ont été obtenus avec des machines compound. Voici, par exemple, les résultats fournis par un moteur Van den Kerchove établi dans les conditions suivantes :

Diamètre du petit cylindre, en cm	46
Diamètre du grand cylindre, en cm	79,5
Course des pistons, en cm	95
Vitesse angulaire, en t:m	90
Pression au petit cylindre, en kg:cm²	6

Résultats des expériences.

	I.	II.	III.
Admission au petit cylindre, en centièmes	20	25	30
Détente totale	1/15	1/12	1/10
Puissance indiquée, en chevaux	195	235	275
Consommation spécifique de vapeur, en kg par cheval-heure (indiqué)	5,9	»	6,1

Il est à remarquer que les machines compound se prêtent moins aux variations de puissance que les monocylindriques, le petit cylindre travaillant seul à faible charge et l'accroissement de puissance étant fourni presque exclusivement par le grand cylindre.

Il résulte des expériences que, par suite de l'admirable élasticité de la machine à vapeur, qui est sa qualité maîtresse, la consommation spécifique ne croît que lentement avec la surcharge tant que celle-ci ne dépasse pas 30 centièmes. Un industriel n'a donc pas trop à se préoccuper d'une surcharge au point de vue de la consommation de vapeur et, au point de vue économique, une machine n'est pas surchargée tant que la puissance fournie n'est pas supérieure de plus de 30 centièmes à sa puissance nominale.

On pourrait même aller plus loin si l'on ne devait pas faire intervenir la *sécurité*.

De combien peut-on surcharger le moteur sans risquer d'abuser? Où commence le danger?

Voyons d'abord comment augmente la puissance avec l'admission.

Dans une machine monocylindrique une admission de 25 pour 100 donne 256 chevaux, contre 164 qui correspondent à 15 pour 100, et 104 obtenus par 6 pour 100.

(1) Nous avons calculé ce *volume ergétique*, ou plus exactement, son inverse, le *travail volumique*, pour un certain nombre de ces moteurs à condensation en utilisant les chiffres réunis par M. Aimé Witz, et nous avons trouvé que le travail volumique est en moyenne de 12 kgm:dm³ de déplacement. Ce chiffre est supérieur à celui des moteurs à combustion interne, mais il ne faut pas perdre de vue que ces moteurs ont 1 coup de piston moteur sur 4, tandis que les moteurs à vapeur sont tous à double effet. (N. D. L. R.)

Les expériences de M. Delafond nous apportent aussi d'utiles indications, qu'il faut retenir. (Les pressions, en kg : cm², sont indiquées en caractères gras).

	7,75.		**6,25.**		**4,5.**		**3,5.**	
Admission en centièmes.	5,5	12,5	5,0	14,0	6,0	25,0	5,0	29,0
Puissance indiquée.	143,4	215,0	114,0	195,7	95,0	196,7	69,8	181,0
Puissance effective.	112,7	177,4	85,6	160,4	69,8	166,2	47,5	148,5

Aux pressions élevées, une admission double fait augmenter de près de la moitié la puissance indiquée ; aux pressions plus faibles, l'effet est moins marqué, et il faudrait presque quadrupler l'admission pour obtenir une puissance double.

En compound, la progression suit une loi assez complexe ; il faudrait instituer une série d'expériences graduées, pour établir cette loi, mais les ingénieurs ont rarement l'occasion de poursuivre des recherches de ce genre ; à défaut d'essais, on peut calculer les puissances en fonction des admissions (1). C'est ainsi que M. Aimé Witz a dressé le tableau ci-dessous, pour une compound de 525 chevaux à la pression de 8 kg : cm², à 100 t : m. (Les pressions, en kg : cm², sont indiquées en caractères gras.)

Détente totale.	**7.**	**8.**	**9.**
1/16	487	518	550
1/15	490	524	560
1/14	495	532	574
1/13	503	545	593
1/12	516	565	620
1/11	536	595	658
1/10	566	635	708
1/9	607	690	775
1/8	662	760	865

Ces grandes variations de l'admission ont dû être envisagées par les constructeurs ; par conséquent les surcharges considérables qui en résultent ne peuvent pas compromettre la stabilité d'une machine bien calculée.

Mais on va souvent beaucoup plus loin encore : il y a quelques années tous les constructeurs, dont les machines présentaient un agencement cinématique permettant d'admettre à plus de moitié course, faisaient de cet avantage un argument commercial contre leurs concurrents moins heureux qui ne pouvaient pas admettre au delà de 0,4. Ils avaient donc prévu cette admission aux 0,5 : par suite, les organes de leurs moteurs pouvaient s'en accommoder.

Ce n'est pas le seul argument à produire ; en voici un autre, plus décisif encore. Un allongement de l'admission n'augmente pas l'effort exercé sur le piston et ne compromet par suite ni la tige de piston, ni sa crosse, ni la bielle, ni la manivelle ; le couple de torsion exercé sur l'arbre agit plus longtemps, voilà tout, et cela n'intéresse guère que le graissage des paliers.

(1) On effectue de préférence cette détermination par des moyens géométriques, en construisant les diagrammes probables des deux cylindres pour une pression donnée au *receiver*, laquelle se calcule aisément : on la suppose constante, mais on tient compte des chutes de pression inévitables d'un cylindre à l'autre.

Le poids de la jante du volant nécessaire pour donner un degré de régularité déterminé est fonction de la puissance, mais seulement au point de vue de la régularité.

Par suite, une admission plus longue que celle qui a été prévue pour fixer la puissance nominale du moteur ne compromet pas les éléments essentiels de sa stabilité, et il y a une large tolérance à accepter à cet égard.

Si donc l'on a affaire à une machine sérieusement étudiée, largement proportionnée, ne présentant pas de tare cachée, une augmentation d'admission n'est point dangereuse, la pression de la vapeur et la vitesse du moteur restant les mêmes : *sous ces réserves*, une surcharge de 25 à 30 centièmes et plus encore n'a rien qui doive inquiéter un industriel.

Cela nous explique comment des machines de 500 chevaux indiqués peuvent en développer 750 ; de même une machine dite de 800 peut en faire 1200, voire même 1300, à des heures déterminées, lorsqu'il y a un coup de collier à donner. Assurément, ce n'est pas une condition normale de marche continue ; la surveillance du mécanisme doit être très active, le graissage des paliers et autres organes doit être suivi de plus près ; la consommation de vapeur rapportée à la puissance *effective* augmente quelque peu, et l'aléa résultant d'un vice caché quelconque augmente ; mais enfin, il n'y a pas de péril en la demeure, et le remplacement de la machine ne s'impose pas tout de suite, d'une façon inéluctable.

Toutefois, M. Witz ne voudrait pas qu'on se reposât dans une quiétude dangereuse : il estime, au contraire, qu'il y a lieu d'aviser à mettre fin à une situation, acceptable momentanément, mais qui pourrait à la longue devenir plus grave.

La plupart du temps, il ne faut point songer à augmenter par un artifice la puissance du moteur : aussi ne convient-il pas d'augmenter la pression de la vapeur, parce qu'il en résulte un effort moteur plus grand, qui peut dépasser la résistance de certains organes, et que d'ailleurs on gagne par ce moyen peu de puissance, et qu'on réalise une faible économie de consommation ; on doit rarement augmenter la vitesse de régime, parce que la plupart des organes sont ainsi soumis à une épreuve pour laquelle ils n'ont pas été calculés, et que le volant surtout peut se trouver placé dans des conditions dangereuses ; lorsque l'on accepte cette solution, on est souvent obligé de changer le volant ; en tout cas, c'est une grave erreur de donner plus de vitesse aux transmissions, car il en résulte une aggravation notable des résistances passives en pure perte. Quelques ingénieurs ont, dans les machines compound, suggéré de remplacer le petit cylindre par un autre de plus grand diamètre. Cette manière de faire est irrationnelle en général, parce qu'on ne modifie pas sans inconvénient le rapport établi entre le volume du petit cylindre et du grand ; il en est résulté maintes fois une diminution sensible du rendement thermique ; de plus, le couple moteur subit une augmentation, dont il faut envisager toutes les conséquences pour l'ensemble de la machine.

La surchauffe donne un bénéfice sur la consommation, mais ne fait guère gagner de puissance, quoi qu'on en ait dit.

Bref, il est difficile de donner à une machine une puissance qu'elle n'a pas : les moyens sont quelquefois inefficaces, souvent illogiques, presque toujours onéreux.

Mieux vaut chercher à réduire la puissance demandée au moteur ; c'est, en certaines circonstances, plus facile qu'on ne le pense. Ainsi un simple changement d'huiles de graissage peut quelquefois produire un résultat sensible. Une modification des transmissions a conduit en des cas déterminés à des résultats heureux, et notamment la substitution d'un transport d'énergie par l'électricité à une longue ligne d'arbres, plus ou moins bien établis. Le lundi matin, en échelonnant la mise en route des ateliers d'une manière judicieuse, on épargnera au moteur une surcharge accidentelle plus ou moins dangereuse, parce qu'elle est accompagnée de variations brusques, dont l'à-coup peut soumettre le moteur à des efforts considérables.

Mais bien souvent ces moyens ne conduisent pas au résultat espéré : il convient alors d'adjoindre à la machine à vapeur un petit moteur de secours, qui interviendra dans les moments de trop forte surcharge. Cette solution est la meilleure en bien des cas ; le moteur auxiliaire commandera par exemple les dynamos d'éclairage électrique ; ou encore, on lui imposera un transport d'énergie pour actionner certains outils à marche plus ou moins intermittente, installés à grande distance de la machine, tels que des monte-charges, des pompes, etc. Le meilleur moteur auxiliaire sera d'ordinaire une turbine à vapeur dont la consommation sera presque égale à celle de la machine principale ; cette consommation peut être estimée à 10 kg par kw-heure, ainsi que nous l'avons constaté pour une turbine de Laval de 180 kw, qui bénéficiait de la condensation sans participer à la commande de la pompe à air.

Un moteur à gaz peut aussi être employé comme renfort. La machine à vapeur principale se trouve ainsi soulagée ; sa consommation s'améliore, sa marche devient plus régulière et la sécurité du fonctionnement est largement assurée : les avantages sont nombreux et l'on se dispense de remplacer à grands frais un puissant moteur, qui peut encore rendre de longs et bons services. A. Z.

PROGRÈS DES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES

(SUITE [1].)

CUIVRE

Ce métal, qui possède la plus haute importance et se classe comme valeur immédiatement après le fer, voit toujours sa consommation croître plus rapidement que sa production. Les stocks visibles continuent à baisser, ce qui explique jusqu'à un certain point l'augmentation que l'on constate sur cette matière première.

(1) Voy. *L'Industrie électrique* (1906), n° 347, p. 251 ; n° 348, p. 285 ; n° 350, p. 334 ; n° 352, p. 379 ; n° 353, p. 406 ; n° 354, p. 432.

Voici les chiffres approximatifs de la consommation et de la production mondiale du cuivre en tonnes par an durant ces dernières années.

Année.	Production.	Consommation.
1897	406 126	427 200
1898	456 500	443 000
1899	479 800	480 700
1900	485 000	487 000
1901	518 788	558 000
1902	542 270	550 130
1903	578 000	576 000
1904	639 050	618 600
1905	682 000	?

Si le développement économique du cuivre continue sa marche ascendante, il n'en est pas de même pour les progrès de sa métallurgie. En particulier, au point de vue électrométallurgique, il n'y a rien de nouveau à signaler après les essais effectués par M. Vattier, aux usines de la Société électrothermique Keller-Leleux, à Livet.

Ces essais, dont nous avons rapporté les caractéristiques techniques, étaient d'ailleurs très concluants et avaient démontré la possibilité d'obtenir sur place, dans les régions minières possédant des forces hydrauliques faciles à aménager, d'excellentes mattes de cuivre.

Reste l'application pratique qui n'a pas été tentée encore, que je sache. Le Chili, pays très riche en cuivre, serait un excellent champ d'expérience ; c'est avec regret que nous y voyons introduire par les Allemands, au lieu du four électrique, des méthodes métallurgiques nouvelles certainement inférieures au point de vue économique puisqu'elles exigent du combustible, lequel est rare dans ce pays (1).

Nous considérerons plus loin la question du raffinage électrolytique.

ZINC

Si l'électrométallurgie du cuivre reste stationnaire, on constate au contraire un redoublement d'efforts pour celle du zinc. Nous avons dit précédemment les difficultés de la métallurgie actuelle de ce métal, et énuméré ses nombreuses imperfections ; nous en étions resté à l'exposé des tentatives de traitement de la blende au four électrique faites dans l'Ariège, par M. Salguès, et les essais d'électrolyse du chlorure de zinc fondu de MM. Swinburne et Ashcroft.

Ce dernier procédé, en dépit de son très grand intérêt, ne semble pas avoir avancé d'un grand pas ; il n'est pas abandonné cependant, et les auteurs persévèrent dans leurs expériences, continuées en grand secret à l'usine West-Point (Angleterre).

(1) Voir l'*Oesterreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen*, du 10 février 1906, où M. Gruehling décrit très en détail la méthode de grillage en four à moufles, avec récupération d'acide sulfureux et fabrication de SO^4H^2 par catalyse, qu'il a récemment introduite au Chili pour le traitement des pyrites de cuivre.



Par contre, plusieurs communications importantes ont été faites sur l'électrométallurgie du zinc depuis notre dernière revue; ce sont, chronologiquement : le mémoire du professeur Brown et de M. Oesterle, sur la réduction, à haute température, de la blende par le carbone en présence de chaux, présenté en 1905 au meeting de l'*American Eletrochemical Society*, tenu à Bethléem, et complété au meeting d'Ithaca en 1906; — le mémoire présenté au Congrès de chimie de Rome, par M. Ermino Ferraris, exposant ses tentatives exécutées à Monteponi; — enfin la communication récente de MM. Vogel et Steinhart sur l'électrolyse du chlorure de zinc fondu.

Ces différents procédés n'ont encore fait l'objet que d'essais à proprement parler; un seul à notre connaissance est appliqué industriellement, c'est celui que M. de Laval emploie, avec succès paraît-il, à Sarpsborg (Norwège).

Du procédé de Laval, nous ne connaissons que ce qui en est dit dans les brevets [1], c'est-à-dire que le minerai grillé est pulvérisé, mélangé à de la poudre de charbon de bois et soumis à la chaleur radiante d'un four à arc, dont dessin est annexé à la spécification.

D'autre donnée technique, nous ne possédons rien et rien n'a été publié; le métal obtenu est d'excellente qualité comme le montre le tableau ci-après, comparant le zinc électrique (marque G. D. L.) à la meilleure marque de zinc Vieille-Montagne « extra-pur A » :

	Extra-pur A.	Zinc électrique G.D.L.
Plomb	0,05-0,07	0,03-0,06
Cadmium	»	»
Arsenic	»	»
Fer	»	0,01
Soufre	»	»

Le four de Sarpsborg a fonctionné en 1904 pour la première fois et a produit 1316 tonnes de zinc commercial; une Société belge, la Société anonyme métallurgique, procédés de Laval, à laquelle sont intéressées pécuniairement la firme Siemens-Schuckert et la Dresden-Bank, s'est récemment formée pour l'application en grand du procédé.

Devant l'absence complète de données techniques relatives au fonctionnement du four à zinc de Laval, nous analyserons les mémoires dont nous venons de parler, lesquels fournissent d'intéressantes données sur la réduction électrothermique du zinc.

Brown et Oesterle [2] se sont livrés dans les laboratoires de l'Université d'Indiana à une série de recherches expérimentales destinées à vérifier si la réduction du sulfure de zinc (blende) d'après la formule :

$$2ZnS + CaO + 4C = 2Zn + CaC^2 + CS^2 + CO,$$

était possible commercialement, ce qu'indiquait le brevet américain n° 742 830 du 3 novembre 1903, et si la réduction du silicate de zinc (calamines siliceuses) par le carbone, avec formation de carborundum, était également possible, d'après la formule :

$$Zn^2SiO^4 + 5C = 2Zn + SiC + 4CO.$$

Les conclusions des expériences de ces auteurs, exposées tout au long dans le mémoire précité, sont fort nettes; en ce qui concerne la dernière réaction, indiquée par Dorsemagen dans le brevet américain n° 716 008 du 16 décembre 1902, elle s'accomplit fort mal et ne permet pas d'espérer un succès commercial.

Au contraire, la réduction de la blende directement au four électrique, quoique donnant lieu à des difficultés non négligeables, est parfaitement possible, et l'on peut poursuivre les recherches dans cette voie avec quelque chance d'aboutir au succès.

Un autre expérimentateur, l'Italien Ferraris, arrive à la même conclusion favorable, en ce qui concerne le traitement des calamines. On sait que l'Italie est riche en minerais de zinc; malheureusement la rareté du combustible a toujours empêché jusqu'ici d'y établir des usines à zinc, et le minerai italien est simplement exporté. Le pays possédant d'importantes ressources hydrauliques, la question du traitement électrothermique des minerais de zinc est donc d'un grand intérêt économique pour l'Italie.

Depuis 1900, M. Ferraris a poursuivi à Monteponi des expériences pratiques sur la réduction des calamines et des blendes grillées. L'idée maîtresse qui l'a guidé a été celle-ci : le zinc ne peut être obtenu pratiquement qu'en four à mouffles, c'est-à-dire en vase clos, et c'est précisément cette exigence du chauffage extérieur des cornues de réduction qui cause la grande consommation de combustible; en un mot les fours à zinc ordinaires présentent une mauvaise utilisation de la chaleur; or le four électrique, à ce point de vue, est un excellent instrument; la solution du problème dépend donc uniquement de la recherche de dispositions pratiques diverses, dont la meilleure serait évidemment d'obtenir une opération continue en ajoutant à la charge un fondant permettant de transformer les résidus en un laitier évacuable périodiquement, et éviterait par conséquent les manœuvres de chargement et déchargement des cornues actuellement pratiquées, fort coûteuses de main-d'œuvre sans compter les pertes en zinc qu'elles occasionnent.

Cette solution est parfaitement possible économiquement; les charges employées dans les fours à zinc contiennent en général 50 pour 100 de métal; pour réduire la quantité d'oxyde de zinc correspondant à 500 gr Zn, il faut dépenser 665 calories; en admettant qu'il faille pratiquement 2000 calories pour produire 1 kg de zinc, on voit qu'un kw-jour (24 heures) permettra d'obtenir en chiffres ronds 10 kg de zinc, et un kw-an (300 jours) 3 tonnes. Or, les frais de traitement aux fours belges ou silésiens ressortent à plus de 60 fr par tonne; l'on voit par là que la méthode électrothermique peut présenter de réelles chances de succès partout où le kw-an revient à moins de 150 fr.

En résumé, la fabrication électrique du zinc n'est plus

[1] Brevets américains nos 736 611 et 768 054, ce dernier demandé le 8 mai 1903 et délivré le 23 août 1904.

[2] *Transactions of American Electrochemical Society*, 1905, t. VIII, p. 171-182 avec discussion.

à notre avis qu'une question de quelques années; qu'on arrive à traiter directement les blendes, ce qui serait évidemment l'idéal, ou qu'on se contente de perfectionner le mode de réduction des produits grillés ou calcinés, actuellement employé dans les fonderies de zinc, il est certain qu'une solution interviendra d'ici peu, et il est même étonnant qu'elle se fasse attendre aussi longtemps, étant donné les difficultés de la métallurgie actuelle. Il est même fort probable que c'est l'une de ces difficultés spéciales, celle de la condensation de la vapeur de zinc, qui a dû rebuter les électriciens qui se sont livrés à des tentatives dans cette voie; plus l'échelle expérimentale est réduite, plus il est difficile d'obtenir la condensation satisfaisante du zinc, et même en grand, elle constitue une complication fort peu recommandable.

Aussi, les inventeurs qui s'obstinent à rechercher la solution dans l'électrolyse ignée des sels de zinc fondus sont-ils peut-être dans le vrai; par malheur ils se heurtent à des difficultés matérielles considérables. Nous avons parlé plusieurs fois du procédé Swinburne et Aschoft auquel s'acharnent leurs auteurs avec une louable opiniâtreté; tout récemment une nouvelle communication a été faite sur le même sujet [1] : c'est celle de MM. Vogel et Steinhart. Ces auteurs ont étudié l'électrolyse du chlorure de zinc fondu aux usines de l'*United Alcali C°*, à Widness pour le compte de la *Smelting Corporation*. Leurs essais effectués vers 1901 n'avaient pas encore été publiés.

Les principales difficultés rencontrées, d'ailleurs purement matérielles, sont la présence d'humidité dans le sel, la volatilisation du chlorure de zinc qui vient rapidement obstruer les conduits d'évacuation du chlore, et surtout la corrosion rapide qu'exerce sur les parois de l'électrolyseur le bain de sel en fusion.

Tel est, sommairement, exposé l'état actuel du traitement électrothermique des minerais de zinc, et il semble bien, à lire cet exposé, qu'on soit à la veille d'une nouvelle conquête du four électrique.

(*A suivre*). J. Izart.

[1] *Engineering*, 1906, t. LXXXI, p. 699.

TRANSMISSIONS D'ÉNERGIE A HAUTE TENSION

10000, 30000, 50000 VOLTS

C'est suivant cette progression que se sont affirmés, dans la pratique, les progrès de l'industrie si moderne du transport électrique de l'énergie. A elle des pays comme la Suisse et l'Italie doivent leur merveilleux développement et leur vie industrielle. A elle sont dues les transformations que l'électricité a apportées, et celles plus considérables encore qu'elle apportera, à la vie industrielle des régions où elle s'est affirmée le plus activement depuis 6 années dans notre pays, celle que baigne la Méditerranée et celle que sillonnent le Rhône, le Var, la Durance et leurs affluents.

On pourrait envisager cette étude au point de vue de la transformation de la vie qui en peut découler, sujet qui tenterait l'économiste mais découragerait le lecteur un peu pressé. On pourrait étudier, dans le détail de leur réalisation, les conquêtes du progrès industriel, et plus particulièrement le progrès de l'électricité depuis 6 années, ce que nous ferons peut-être un jour en détail.

Mais d'ores et déjà, on les trouve esquissés incidemment dans une brochure que la Société d'Énergie Électrique du Littoral Méditerranéen vient de consacrer, moins à la démonstration de ces progrès qu'à celle du développement intelligent et avisé du champ d'activité qu'elle s'est assigné, et de la réalisation du programme qu'elle s'est tracé.

L'élargissant à la faveur du succès, faisant servir à sa réalisation chaque progrès pratique et l'expérience de chaque étape parcourue, elle a mis successivement en service trois réseaux dont chacun marque une nouvelle conquête de la pratique à la remorque de la théorie, souvent condamnée à la précéder de si loin.

Première étape. — *Réseau des Alpes-Maritimes.* — Les Alpes-Maritimes sont desservies très complètement par un réseau à 10 000 volts, bouclé en tous ses points par des réseaux secondaires à 2200 volts et des réseaux tertiaires à 230 et 115 volts.

Deuxième étape. — *Réseau du Var.* — Le réseau du Var est à la tension de 30 000 volts.

Une ligne double entre la Siagne et Entraigues relie l'usine de la Siagne au poste de Saint-Maximin, où se fait, par l'intermédiaire de transformateurs, la jonction avec le réseau des Bouches-du-Rhône. Un poste de sectionnement à Entraigues permet d'alimenter les deux lignes de Toulon par la Siagne concurremment avec l'usine d'Entraigues.

La jonction du réseau du Var et du réseau des Alpes-Maritimes se fait à l'usine de la Siagne, qui sert de véritable régulateur de régime. Elle peut, à cet effet, fournir du courant à 30 000 et à 10 000 volts.

Des réseaux secondaires à 10 000 volts et à 3250 volts facilitent l'alimentation des réseaux de distribution à 115 et 230 volts.

Troisième étape. — *Réseau des Bouches-du-Rhône.* — Le réseau des Bouches-du-Rhône est à la tension de 50 000 volts. Il est alimenté, d'une part par la ligne de la Siagne, d'autre part par les usines de la Durance, auxquelles s'adjoindra l'usine du Verdon. Il comprend deux parties :

1° *Transport de Marseille.* — Ce transport est assuré par deux lignes aboutissant au grand poste de transformation d'Allauch, situé près de Marseille.

Dans ce poste, la tension est abaissée à 13 000 volts pour

alimenter diverses lignes secondaires aboutissant aux tramways de Marseille, à Aubagne, à la Bédoule et Cassis, à Gardanne et Aix-en-Provence, etc....

Ce poste alimente également une ligne secondaire à 13 000 volts placée sous l'une des lignes à 50 000 volts et alimentée à son autre extrémité par l'usine de la Brillanne-Villeneuve. Cette ligne sert à assurer le service de distribution régionale.

2° *Transport du Rhône.* — Ce transport est assuré par une ligne à 50 000 volts aboutissant, à Arles, à un poste de transformation à 13 500 volts, complété par une usine de secours à vapeur (4 turbines Curtis de 1000 kw).

C'est à Arles que se fait l'alimentation du Sud Électrique, De là également partent des lignes à 13 000 volts destinées à desservir Port-Saint-Louis-du-Rhône, Port-de-Bouc, Fos, Berre, Salon, Lamanon, etc... Ces lignes seront bouclées en certains points avec celles partant du poste d'Allauch.

Sous la ligne à 50 000 volts est placée une ligne à 13 500 volts destinée à assurer le service de route.

La Société dispose, pour son alimentation et son secours, de sept usines hydrauliques et de neuf usines à vapeur dont la puissance est indiquée dans le tableau ci-dessous.

USINES	USINES HYDRO-ÉLECTRIQUES		USINES A VAPEUR	
	CHEVAUX.	PONCELETS.	CHEVAUX.	PONCELETS.
Département des Alpes-Maritimes :				
Usine de la Mescla, sur le Var. . . .	2 000	1 500	»	»
Usine de Plan-du-Var, sur le Var. . .	5 000	3 750	»	»
Usine du Pataras, sur le Loup. . . .	3 000	2 250	»	»
Usine de Saint-Cézaire, sur la Siagne.	8 000	6 000	»	»
Usine du Cap Martin	»	»	300	225
Usine de Monte Carlo supérieur . . .	»	»	900	675
Usine de Risso (turbines Curtis) . . .	»	»	4 000	3 000
Usine de Sainte-Agathe	»	»	2 000	1 500
Usine de Mougins.	»	»	600	450
Département du Var :				
Usine d'Entraigues, sur l'Argens. . .	2 000	1 500	»	»
Usine du Brunet et de la Loubière. .	»	»	1 800	1 350
Département des Bouches-du-Rhône :				
Usine de Saint-Giniez.	»	»	8 000	6 000
Usine de Curiel.	»	»	400	300
Usine d'Arles (turbines Curtis). . . .	»	»	4 000	3 000
Département des Basses Alpes :				
Usine de la Brillanne-Villeneuve, sur la Durance.	14 000	10 500	»	»
Département des Hautes Alpes :				
Usine de la Société des Forces motrices de la Haute-Durance	20 000	15 000	»	»
La Société possède, en outre, les droits nécessaires pour l'établissement de.	66 000	49 500	»	»
Et elle disposera prochainemet d'une puissance supplémentaire (à vapeur) d'environ.	»	»	6 000	4 500
TOTAUX GÉNÉRAUX.	120 000	90 000	28 000	21 000

P. L.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

L'exposition d'Olympia. — Cette exposition vient d'être inaugurée par Sir Alexander Binnie. Une des plus grandes attractions est la fontaine électrique qui jaillit d'une hauteur de 10 m, dans laquelle on fait circuler de l'air en même temps, C'est une invention de MM. Keith et Blackman, elle donne une cascade représentant un volume de 7 m^3 d'eau par minute et par un arrangement ingénieux de la lumière électrique, on obtient des effets nombreux d'arc-en-ciel. L'eau en tombant agit comme dans une trompe, elle aspire de l'air qui se trouve entraîné dans la nappe.

Le socle est pourvu de six ventilateurs électriques, qu'on peut utiliser pour pulvériser l'eau, mais ils sont indépendants de la fontaine.

Un coupe-circuit à magasin. — On connaît la difficulté qu'il y a à insérer un nouveau fusible sur un câble principal. MM. Anness et Denny ont étudié un coupe-circuit à magasin permettant d'introduire un fusible dans un circuit simplement en tournant une manette. L'appareil consiste en un tambour en porcelaine, monté sur un axe en acier, qui peut tourner entre des contacts métalliques convenables. Le tambour en porcelaine est pourvu autour de sa périphérie d'une série de canaux longitudinaux, séparés les uns des autres par des cloisons en porcelaine; dans chacun de ces canaux un fil fusible est disposé. Le tambour, les contacts et les connexions extérieures sont placés dans une boîte métallique incombustible. Sur le devant de cette boîte on a prévu une ouverture d'inspection, par laquelle on peut facilement vérifier le fusible en circuit; au moyen d'un petit trou on peut aussi voir les fusibles qui restent dans la boite. La manette, qui est sollicitée par un ressort, doit être tournée seulement d'un angle de 45° et, par l'action du ressort, vient alors à la position normale. Ce changement se fait très brusquement, ce qui évite qu'aucun des contacts brûle. Un fusible seulement peut être en circuit à la fois. On ne peut tourner la manette que dans une direction, l'appareil est donc très simple et très facile à manier. Ce coupe-circuit à magasin peut être construit en diverses grandeurs et types pour plusieurs tensions, il contient au minimum 7 fusibles. On projette de construire des appareils semblables pour des tensions dépassant 600 volts et pour cela le fil fusible ordinaire sera remplacé par une poudre analogue à celle employée dans les coupe-circuits de Mordey. Grâce à ce dispositif on obtient un interrupteur à haute tension d'une durée limitée, c'est-à-dire jusqu'à ce que tous les fusibles de la boîte soient usés. Il est alors seulement nécessaire de retirer le tambour et de le recharger de fusibles, puis on ferme de nouveau la boîte. Les cas où ces fusibles à magasin peuvent être employés sont très

nombreux. On l'a déjà proposé pour protéger les canalisations principales des Compagnies. Naturellement, si le consommateur brûle plusieurs fusibles à la suite, c'est qu'un défaut sérieux existe sur sa ligne, mais le plus souvent le fusible principal brûle à cause d'une surcharge momentanée ou de quelque négligence. Cet appareil trouve son utilité principalement dans les circuits de moteurs. Lorsqu'un fusible saute, on peut le remplacer sans perte de temps et sans difficulté; en même temps si le fil fusible fond, il ne peut pas donner lieu à une perte à la terre ni rendre le magasin inutilisable.

Un nouvel isolateur. — L'*Electric Cable C°* de Bridgeport dans les États-Unis exploité un nouveau corps isolant connu sous le nom de « Voltax ». Il est constitué par un hydrocarbure lourd, qui a un point de fusion plus élevé que les substances analogues qu'on emploie ordinairement, telles que la paraffine. Cette Compagnie isole les fils recouverts de coton imprégné de la matière cidessus dont la composition est tenue secrète. Le ruban est enroulé sous une épaisseur qui dépend de la tension à laquelle il faut résister, après quoi les fils sont torsadés, le câble lui-même est ensuite recouvert d'une ou plusieurs couches de jute pour empêcher toute détérioration extérieure. Des fils isolés de cette manière avec un ruban simple et mis en essai aux laboratoires de l'Electrical Testing à New York ont sauté sous une tension alternative de 2500 v, mais quelques-uns ont résisté à une tension atteignant jusqu'à 70 000 v. Avec deux couches la tension maxima atteignit de 4000 à 10 000 v et un fil couvert de six couches, après avoir été trempé dans l'eau salée pendant 72 heures, a résisté à l'épreuve jusqu'à 23 000 v. Puis les fils furent traversés par des courants intenses jusqu'à 200 ampères; sous cette intensité l'isolant commença à fondre. Après cette opération, les fils avec une seule couche résistèrent jusqu'à 2000 v, et ceux avec quatre couches jusqu'à 16 000 v. Des plaques isolantes de 0,75 mm d'épaisseur furent percées avec 20 000 à 25 000 v; d'autres de 1,05 mm ne le furent qu'à 30 000 v. La résistivité de cette matière était trop grande pour pouvoir être mesurée même approximativement. On a pu employer cette substance pour remplir des moulures en bois dans lesquelles des fils nus furent placés, on obtint un excellent isolement.

Changements de structure des fils de nickel soumis à de hautes températures. — M. le professeur Carpentier a fait dernièrement une communication devant la *British Association*, sur les changements fondamentaux qui se produisent dans les propriétés mécaniques du fil de nickel employé comme bobine de chauffage d'un four électrique. Le fil contenait 98,6 pour 100 de nickel, 1,22 pour 100 de fer, 0,16 pour 100 de manganèse et une trace de cobalt. Quelques gaz en dissolution restaient aussi à l'état de traces. Le diamètre du fil était de 1,7 mm. La tension de rupture constatée était de 5,5 kg : mm², avec un allongement de 34,4 pour 100. La résistivité à 0° C a été trouvée de 9,2 microhms-cm. En construisant le four, le fil était enroulé autour d'un tube en porcelaine non vernie, d'un diamètre extérieur de 3,2 cm enfermé dans un plus large, et l'espace intermédiaire fut rempli de quartz pilé.

En marche normale, le fil supporte 20 ampères sous une tension de 50 volts, il permet d'obtenir une température de 1200° à 1300° C dans le tube. Si l'on en prend soin, la durée d'un tel four est ordinairement de trois mois ou même plus; mais tôt ou tard il se rompt. On s'aperçoit alors que le fil est tellement cassant qu'on peut le briser entre les doigts.

Ces changements de propriétés mécaniques sont accompagnés de changements de structure qu'on a observés au microscope. Ils sont le résultat de l'influence combinée de la chaleur et de l'électricité.

Il paraît que les changements sont dus principalement à deux effets : la recristallisation et la pénétration des gaz, qui sont eux-mêmes le résultat de l'action de la chaleur et de l'électricité sur le métal. La coexistence de la fragilité avec la cristallisation a été constatée depuis longtemps. On a trouvé que l'action des gaz dissous ou combinés dans le nickel et leur mode de pénétration ou leur échappement éventuel entre les cristaux a pu provoquer les effets constatés.

Les tramways de Londres. — On se souvient peut-être qu'après plusieurs bills, le London County Council a enfin obtenu l'autorisation du Parlement en vue d'établir des tramways électriques sur Westminster Bridge et le long de l'Embankment. Jusqu'à présent, sur le bord sud de la Tamise, tous les tramways avaient leur terminus aux ponts et il n'y avait aucune liaison entre ce réseau et les autres tramways du London County Council, dans le nord de Londres. Actuellement encore, il n'existe pas de connection entre les deux réseaux, mais la permission du Parlement n'a été accordée qu'à la fin de la session dernière; on a déjà fait beaucoup de progrès.

Dans ces temps derniers, environ 1000 ouvriers ont été employés sur l'Embankment, et les habitants de Londres, en revenant de vacances, ont trouvé la plus grande partie de la voie déjà construite. Dans les journaux on a fait beaucoup de bruit sur la nécessité de couper les beaux arbres qui ornent le meilleur boulevard de Londres. La voie étant placée tout près du trottoir, sur le bord de la rivière, et les tramways ayant des impériales élevées, il est en effet nécessaire d'élaguer les arbres. Cependant il est à espérer que le dommage aux arbres sera moindre qu'on ne le craignait. C. D.

Téléphones de l'Industrie électrique :

RÉDACTION : N° 536-02.

ADMINISTRATION { N° 704-23. N° 704-44.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 13 août 1906.

Sur les aciers au cuivre. — Note de M. Pierre Breuil, présentée par M. Maurice Lévy. — Dans une précédente communication nous avons fait connaître les points singuliers d'aciers au cuivre tenant 0,15 à 0,18 et 0,35 à 0,38 de carbone; voici les points singuliers d'aciers tenant 0,56 à 0,79 de carbone.

Depuis 0,5 jusqu'à 20 pour 100 de cuivre le point AR_1 varie peu; il se tient entre 575° et 600°; un acier au carbone de cette carburation a, généralement, son point AR_1 vers 670° à 680°. Le cuivre fait donc très notablement baisser ce point, sans toutefois avoir, pour cet abaissement, une action aussi considérable que le nickel ou le manganèse.

On constate le phénomène de récalescence, c'est-à-dire l'abaissement, puis le relèvement de la température à ce point AR_1, d'autant mieux que la teneur en cuivre de l'acier est plus grande; dès que le cuivre s'isole dans l'acier on constate un point vers 1000°. Cette séparation du cuivre ou d'un alliage fer-cuivre a lieu déjà pour une teneur de 3 pour 100 de cuivre, mais cependant la finesse des globules ainsi isolés n'a pas empêché l'élaboration des lingots ayant 3 et 10 pour 100 de cuivre; le métal n'est rouverin qu'au-dessus de 10 pour 100 de cuivre.

Essais de traction des aciers au cuivre. — Les résultats suivants ont été obtenus avec des barrettes normales prises dans les aciers laminés, puis traitées de différentes façons (voy. le tableau ci-contre).

Ces essais prouvent qu'on aurait grand tort de se fier uniquement aux essais de traction sur barrettes brutes de laminage pour porter une appréciation sur les divers aciers. Tous ces essais montrent bien que le cuivre augmente la ténacité et diminue la ductilité de l'acier, mais dans des proportions éminemment variables avec le traitement du métal.

Séance du 20 août 1906.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 27 août 1906.

Sur les aciers au cuivre. — Note de M. Pierre Breuil, transmise par M. Maurice Lévy. — *Essais au choc sur barreaux entaillés.* — Ces essais ont été faits avec l'entaille au tour, préconisée par M. Vanderheym. Le diamètre à fond d'entaille était de 10 mm et l'entaille

	Cuivre en centièmes.	Limite apparente d'élasticité en kg : mm².	Contrainte maxima en kg : mm².	Allongement en centièmes.	Striction.
I. — *Aciers bruts de laminage.*					
Série à 0,15-0,18 de C.	0 (1)	44,6	51,1	14,3	0,52
	0,5	38,8	47,1	25,5	0,66
	1,0	41,5	49,5	26,5	0,60
	2,0	47,4	62,6	16,0	0.585
	4,0	69,5	77,1	13,0	0,465
Série à 0,35-0,38 de C.	0	37,6	58,1	23,2	0,51
	0,5	48,6	65,5	20,0	0,485
	1,0	45,3	64,5	20,5	0,473
	2,0	68,5	79,5	11,0	0,315
	4,0	81,8	97,1	11,2	0,233
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5	62,1	83,5	12,0	0,22
	1,0	55,3	89,7	12,5	0,169
	3,0	98,1	113,5	3,0	0,025
	10,0	102,2	125,5	2,5	0,013
II. — *Aciers recuits à 900° environ.*					
Série à 0,15-0,18 de C.	0	25,2	38,7	30,3	0,63
	0,5	26,9	41,6	28,0	0,60
	1,0	38,6	49,0	26,0	0,57
	2,0	41,3	49,5	25,0	0,58
	4,0	46,0	50,3	22,0	0,63
Série à 0,35-0,38 de C.	0	31,8	51,1	24,0	0,48
	0,5	33,4	54,7	23,5	0,43
	1,0	40,9	60,6	20,0	0,40
	2,0	45,6	61,6	18,0	0,40
	4,0	56,3	68,5	16,0	0,42
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5	41 0	71,2	16,5	0,427
	1,0	42,3	75,5	8,5	0,182
	3,0	54,0	81,2	7,5	0,206
	10,0	65,2	82,5	10,0	0,300
III. — *Aciers trempés à 870° et 830° non revenus.*					
Série à 0,15-0,18 de C.	0	49,7	68,5	14,6	0.67
	0,5	49,3	67,0	16,0	0,527
	1,0	83,0	92,8	5,55	0,26
	2,0	106,0	112,0	5,20	0,256
	4,0	106,0	138,0	7,0	0,295
Série à 0,35-0,38 de C.	0	81.5	101,5	3,5	Plus ou moins voilés à la trempe.
	0,5	76,5	76,5	1,4	
	1,0	102,5	102,5	1,4	
	2,0	75,0	75,0	1,4	
	4,0	100,2	100,2	1,4	
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5	Plus ou moins voilés ou tapés à la trempe.			
	1,0				
	3,0				
	10,0				
IV. — *Aciers trempés à 870° ou 830° revenus vers 300°.*					
Série à 0,15-0,18 de C.	0	46,2	64,0	10,5	0,68
	0,5	51,2	72,2	8,5	0,60
	1,0	58,8	69,0	11,5	0,68
	2,0	102,5	111,0	6,5	0,338
	4,0	85,5	100,0	11,0	0,52
Série à 0,35-0,38 de C.	0	72,8	99,5	7,5	0,352
	0,5	135,2	139,0	3,5	0,18
	1,0	149,0	162,2	3,5	0,75
	2,0	155,2	167,0	2,0	0,015
	4,0	153,0	173,0	1,5	0,01
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5	158,0	158,0	0,0	0.0
	1,0	Plus ou moins tapés à la trempe.			
	3,0				
	10,0				

(1) Barre écrouie par laminage.

était aiguë; le mouton pesait 10 kg et rompait toujours d'un seul coup l'éprouvette.

NATURE DES ACIERS.	CUIVRE EN POUR 100.	MÉTAUX BRUTS DE LAMINAGE EN KGM : CM².	MÉTAUX RECUITS A 900°.	MÉTAUX TREMPÉS A 830°-870°.	MÉTAUX TREMPÉS ET REVENUS A 300°.
Série à 0,15-0,18 de C.	0,0	16,0	6,6	22,8	22,8
	0,5	16,0	6,3	20,3	21,6
	1,0	7,0	6,3	7,9	17,6
	2,0	7,0	4,8	9,9	10,6
	4,0	10,0	8,6	11,4	11,4
Série à 0,33-0,38 de C.	0,0	6,0	3,6	4,6	2,6
	0,5	12,0	0,6	3,1	2,1
	1,0	7,0	1,6	2,6	1,4
	2,0	6,0	0,6	0,6	»
	4»0	6,0	0,6	2,6	2,6
Série à 0,56-0,79 de C.	0,5	»	2,6	1,1	3,0
	1,0	3,1	1,9	»	2,1
	3,0	2,1	2,6	»	4,0
	10,0	»	4,1	1,1	3,0

Ces essais au choc, assez concluants pour les aciers à faible carburation, le sont très peu pour les aciers durs qui paraissent tous également fragiles; les essais avec barreaux non entaillés sont beaucoup plus explicites; mais leurs détails nous entraîneraient trop loin; nous nous contenterons de dire que le cuivre ne donne que très peu de fragilité aux aciers étudiés.

Essais de torsion. — Ces essais ont été faits avec une machine permettant de déterminer les moments à $\frac{1}{10}$ de kgm près; les barreaux avaient 18 mm de diamètre et 100 mm de longueur cylindrique. Les résultats sont les suivants; ils portent sur les métaux bruts de laminage :

NATURE DES ACIERS.	CUIVRE EN POUR 100.	LIMITE D'ÉLASTICITÉ EN KGM.	RUPTURE EN KGM.	ANGLE DE TORSION A LA RUPTURE POUR UNE LONGUEUR DE 100 MM EN DEGRÉS.
Série douce. .	0,0	31,0	58,0	700
	0,5	33,3	56,0	770
	1,0	31,2	59,0	923
	2,0	47,0	67,0	702
	4,0	66,0	85,0	183
Série mi-dure.	0,0	33,0	67,5	605
	0,5	35,1	61,5	196
	1,0	43,2	68,5	446
	2,0	52,5	79,0	296
	4,0	69,5	98,0	183
Série dure . .	0,5	58,5	90,0	272
	1,0	63,0	101,0	248
	3,0	64,0	108,0	116
	10,0	30 (pailleuse)	30,0	8

Les essais de torsion amènent aux mêmes conclusions que ceux de traction : le cuivre augmente beaucoup la limite d'élasticité et le moment de rupture dès qu'une teneur de 2 pour 100 est dépassée; la déformation, quoique amoindrie par la présence du cuivre, reste bonne.

Essais de dureté. — Ces essais ont été faits par la méthode de Brinell; la bille avait 10 mm de diamètre, la charge employée était de 3000 kg. Les résultats obtenus sont les suivants :

SÉRIES.	CUIVRE EN POUR 100.	ACIERS BRUTS DE LAMINAGE.	ACIERS RECUITS AU ROUGE CERISE.	ACIERS TREMPÉS A 830°-870° NON REVENUS.	ACIERS TREMPÉS A 830°-870°, PUIS REVENUS A 300°-350°.
Série douce.	0,0	143	124	207	
	0,5	146	143	311	
	1,0	146	146	311	
	2,0	202	174	311	
	4,0	255	183	351	
Série mi-dure.	0,0	166	166	460	418
	5,5	202	166	627	460
	1,0	207	196	600	493
	2,0	269	207	817	495
	4,0	302	212	782	782
Série dure.	0,5	253	228	Sous 3000 kg la bille n'a fait aucune empreinte	553
	1,0	302	223		555
	3,0	418	223		600
	10,0	430	241		782

Les duretés suivent assez bien les résistances à la traction; elles sont généralement supérieures à celles des aciers au nickel de même carburation et ayant subi le même traitement thermique.

Essais de corrosion. — Ces essais n'ont été effectués que sur les aciers bruts de moulage. Le liquide corrosif était constitué par une dissolution, à volumes égaux, d'eau distillée et d'acide sulfurique à 66° Beaumé; les échantillons étaient disposés de telle façon que les sels provenant de l'attaque du métal par le liquide ne vinssent pas recouvrir ce métal; les essais ont duré un mois; on a déterminé les pertes de poids des échantillons; ces pertes sont les suivantes :

Cuivre en pour 100.	Série douce en pour 100.	Série mi-dure en pour 100.
0,0	3,23	6,10
0,5	4,40	3,54
1,0	2,80	3,21
2,0	3,01	2,04
4,0	3,34	2,50

Les pertes des aciers au cuivre sont donc considérablement plus faibles que celles des mêmes aciers sans cuivre; c'est là une importante constatation, analogue à celle faite à propos des aciers au nickel justement réputés à ce point de vue.

Essais au rouverin. — Aucun des aciers ayant de 0 à 4 pour 100 de cuivre n'est rouverin.

Micrographie des aciers au cuivre. — Nos conclusions sur cette question confirment celles de M. Stead. A partir de 4 pour 100 de cuivre environ il s'isole dans les lingots des nodules rouges à forte teneur en cuivre, mais le phénomène est d'autant plus marqué que l'acier est plus carburé; ce qui caractérise surtout les aciers au cuivre utilisables (c'est-à-dire jusqu'à 4 pour 100 de cuivre) c'est la finesse de leur structure; ces aciers ont d'autant plus de perlite granulo-sorbitique que la teneur en cuivre est plus élevée; cette sorbite donne de l'homogénéité, de la ténacité et de la dureté au métal; elle paraît en faire un métal d'une carburation plus haute. Le cuivre se

dissolvant dans la ferrite laisse encore à celle-ci beaucoup de malléabilité, et par suite de cette dissolution le carbone, trouvant la possibilité de former un carbure plus divisé et en plus grande quantité, apporte de ce fait une action durcissante; en conséquence l'ensemble est à la fois aussi dur que l'acier d'une carburation supérieure, mais est beaucoup moins cassant que lui.

Au point de vue de la nature des constituants, ces aciers n'ont rien de particulier par rapport aux aciers ordinaires, mais la forme, la distribution, la quantité de ces constituants sont telles que les propriétés spéciales ci-dessus indiquées les signalent à l'attention des métallurgistes au même titre que les aciers contenant du nickel, ou d'autres éléments qui sont généralement d'un prix plus élevé que le cuivre.

Séance du 3 septembre 1906.

Détermination, à l'aide des pyromètres thermo-électriques, des points de fusion des alliages de l'aluminium avec le plomb et le bismuth. — Note de M. H. PÉCHEUX, transmise par M. J. Violle. — J'ai déterminé les points de fusion de mes alliages de plomb-aluminium et de bismuth-aluminium, à l'aide de deux pyromètres thermo-électriques, l'un formé par un couple platine-platine iridié à 10 pour 100, l'autre par un couple nickel-cuivre, que j'ai gradués à l'aide d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval étalonné au préalable en microvolts.

La *courbe* obtenue (forces électromotrices E_0^t, températures centigrades t) pour le couple platine-platine iridié est une parabole représentée, entre 0° et 1000°, par la formule :

$$E_0^t = 0{,}28\,t + 0{,}0048\,t^2.$$

J'ai obtenu, pour le couple nickel-cuivre, trois paraboles : l'une de 0 à 240° (à pouvoirs thermo-électriques croissants); une autre, de 240 à 590° (à pouvoirs thermo-électriques décroissants); la troisième, de 590 à 1000° (à pouvoirs thermo-électriques croissants, mais plus rapidement que ceux de la première parabole, et se rapprochant sensiblement d'une droite) [1].

Pour obtenir le point de fusion, ou plutôt de solidification d'un alliage, j'ai immergé la soudure chaude de chaque couple (soudure enveloppée d'un tuyau en terre de pipe et portée au préalable au rouge vif, afin de ne point refroidir trop vite l'alliage fondu) dans le bain d'alliage fondu et j'ai observé la marche du spot lumineux sur la règle transparente du galvanomètre (relié au couple par l'intermédiaire d'une résistance choisie pour obtenir 100 microvolts par millimètre de déviation sur la règle); j'agitais le bain d'alliage, pour provoquer la solidification en masse; l'arrêt de quelques secondes du spot m'indiquait la solidification de l'alliage.

Voici les températures obtenues avec les deux couples (en se servant des *courbes*) :

	En centièmes.	Couple Pt/Pt-Ir degrés C.	Couple Ni/Cu degrés C.
Plomb-aluminium	à 92 d'aluminium	645	645
	à 94 —	648	652
	à 96 —	637	635
Bismuth-aluminium	à 75 —	720	719
	à 85 —	680	674
	à 88 —	665	664
	à 94 —	655	650
Aluminium (pur)		[illegible]	630

Il faut remarquer que l'erreur absolue probable, égale à 25 microvolts dans chaque lecture, fournit avec le couple Ni/Cu (dont les forces électromotrices, à température égale, valent environ deux fois et demie celles du couple Pt/Pt-Ir) une erreur relative deux fois et demie plus faible. Aux températures auxquelles nous avons opéré (de 630 à 720°), ces erreurs comportent dans l'évaluation des températures une erreur absolue de 0°,71 avec le couple Ni/Cu; avec le couple Pt/Pt-Ir l'erreur absolue monte à 2°,75; elle est près de quatre fois plus élevée.

Aussi j'estime que, avec une soudure bien isolée pour éviter l'oxydation et avec un refroidissement convenable des fils du couple après la soudure (pour éviter l'effet Thomson), le pyromètre Ni/Cu, moins coûteux, peut rendre de bons services dans les mesures industrielles.

Nous adoptons en conséquence comme températures des points de fusion de nos alliages les chiffres fournis par le pyromètre nickel-cuivre, pour les raisons qui sont exposées précédemment.

Séance du 10 septembre 1906.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 17 septembre 1906.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 24 septembre 1906.

Sur l'amplification des sons. — Note de M. DUSSAUD. — Le procédé que j'ai imaginé pour l'amplification des sons d'une source sonore repose sur le principe suivant :

Une membrane reçoit les vibrations d'une source sonore qui lui sont communiquées par un solide, un liquide ou un gaz, ou téléphoniquement.

Cette membrane, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un organe solide, obture le passage d'un jet d'air comprimé.

Le son que produit en s'échappant le jet d'air comprimé répète fidèlement en les amplifiant toutes les vibrations de la source sonore, soit qu'il s'agisse de paroles, de chants, d'airs de musique ou de bruits quelconques.

Ce procédé général d'amplification des sons dépend de la puissance du moteur qui comprime l'air.

---

[1] Résultats analogues à ceux de M. Ph. Harrisson, 1902 (*Philos. Magaz.*, 6e série, t. III, p. 177). Les fils de nickel et de cuivre employés étaient d'origine électrolytique.

Le moteur fournit l'énergie nécessaire à l'amplification, la source sonore se comporte comme un servo-moteur.

(Il n'y a guère qu'une trentaine d'années que le principe de ce procédé a été décrit par Edison à propos d'un appareil auquel il donna le nom de *mégaphone.*)

UNION INTERNATIONALE

DE

TRAMWAYS ET DE CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

CONGRÈS INTERNATIONAL DE MILAN

(17-21 *septembre* 1906.)

Réglementation relative aux moteurs de traction à courant continu. — Projet de réglementation présenté par MM. *G. Kapp*, professeur à l'Université de Birmingham, ancien secrétaire général de l'Association allemande des Électriciens; *G. Rasch*, professeur à l'École polytechnique d'Aix-la-Chapelle; *A. Blondel*, professeur à l'École des ponts et chaussées, Paris; *E. d'Hopp*, directeur du service technique à la Société « Les Tramways bruxellois »; *C.-H. Macloskie*, ingénieur en chef à l'*Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft*; *Swinburne*, ancien président de l'Association anglaise des Électriciens, et *Wyssling*, professeur à l'École polytechnique de Zurich.

PRESCRIPTION GÉNÉRALE. — § 1. — Les prescriptions suivantes devront être observées dans les offres de vente et dans l'exécution éventuelle de celles-ci, à moins qu'elles n'aient été préalablement modifiées par un accord intervenu entre le vendeur et l'acheteur.

DÉFINITIONS. — § 2. — *Puissance.* — Par puissance mécanique développée par un moteur, ou simplement par puissance d'un moteur, il faut entendre la puissance développée à l'essieu moteur, dans les conditions énoncées ci-dessous [1].

Par puissance permanente d'un moteur, il faut entendre la puissance qui, le courant étant fourni sous la tension normale de service, peut être développée par ledit moteur pendant 10 heures consécutives, sans qu'il en résulte un échauffement exagéré dans le sens indiqué au paragraphe « Échauffement » (voy. § 6).

Par puissance normale d'un moteur, il faut entendre la puissance qui, le courant étant fourni sous la tension normale de service, peut être développée par ledit moteur pendant une durée ininterrompue d'une heure, sans qu'il en résulte un échauffement exagéré, dans le sens indiqué au paragraphe « Échauffement » (voy. § 6).

Par puissance maximum d'un moteur, il faut entendre la puissance qui, le courant étant fourni sous la tension normale de service, peut être développée pendant cinq minutes consécutives, la production d'étincelles au collecteur étant pratiquement nulle.

§ 3. — *Effort de traction.* — Par effort de traction d'un moteur, il faut entendre la force tangentielle développée dans les conditions prévues ci-dessous dans le paragraphe « Réception », par le moteur considéré, pour un rapport déterminé des engrenages, à la périphérie d'une roue fixée sur l'essieu du diamètre spécifié pour les roues motrices [1].

§ 4. — *Vitesse.* — La vitesse d'un moteur est la vitesse produite à la périphérie des roues motrices pour le rapport des engrenages précité.

§ 5. — *Rendement.* — Il faut entendre par rendement d'un moteur, le rapport entre la puissance mécanique développée par le moteur et la puissance électrique fournie aux bornes du moteur, le courant étant livré sous la tension normale de service.

§ 6. — *Échauffement.* — L'échauffement d'un moteur doit être considéré comme exagéré lorsque, partant d'une température de l'air ambiant supposée égale à 25° C, le moteur atteint après 10 heures de marche à la puissance permanente, ou après 1 heure de marche à la puissance normale, une température finale dépassant celle de l'air ambiant, des valeurs suivantes :

a. Pour les enroulements :	
Isolés au coton	70° C.
Isolés au papier	80° C.
Isolés au mica, amiante ou autres substances présentant les mêmes qualités d'isolement et d'incombustibilité	100° C.
b. Pour les collecteurs	80° C.

c. Pour les parties métalliques dans lesquelles sont noyés les enroulements, la valeur correspondante à celle indiquée pour les enroulements, suivant la nature de l'isolement utilisé pour ceux-ci.

Lorsque les enroulements sont à isolements combinés, on prendra la limite inférieure.

INDICATIONS. — § 7. — Dans les offres de vente, on donnera, outre la tension normale de service, les indications suivantes, toutes rapportées à la tension normale de service :

1° La puissance permanente du moteur et l'intensité de courant correspondante;

2° La puissance normale du moteur et l'intensité de courant correspondante;

3° La puissance maximum du moteur et l'intensité de courant correspondante;

4° Le rendement pour la puissance permanente et le rendement pour la puissance normale, le moteur étant supposé être à la température de 75° C;

5° La nature des matières isolantes;

6° Les dimensions d'encombrement du moteur.

On indiquera de plus le coefficient de réduction des engrenages et, pour un diamètre déterminé des roues, l'effort de traction et la vitesse pour les puissances permanentes normale et maximum.

On indiquera dans un graphique l'effort de traction, la vitesse et le rendement du moteur en fonction de l'intensité de courant [2].

PLAQUE INDICATRICE. — § 8. — Outre les indications précitées, contenues dans l'offre de vente, chaque moteur comportera une plaque indicatrice de puissance, sur laquelle seront indiquées la tension normale de service, la puissance normale, la vitesse angulaire, ainsi que l'intensité de courant correspondante.

---

(1) Dans certains cas particuliers, il peut y avoir intérêt à déterminer la puissance propre du moteur, à l'exclusion des organes de transmission (engrenages, essieux, etc.). La dénomination « propre » sera dans ce cas ajoutée à chacune des catégories de puissance définies dans le paragraphe « puissance ».

(1) Dans les cas où il serait envisagé des moteurs sans transmission, l'effort propre de traction sera celui que donnerait un bras de levier de 50 cm, supposé monté sur l'arbre de l'induit.

(2) Il peut, dans certains cas, être désirable de connaître les lois d'échauffement et de refroidissement du moteur à la puissance normale et subsidiairement à d'autres puissances, aussi bien pour l'induit que pour les inducteurs, le moteur étant fermé et au repos.

CONSTRUCTION. — § 9. — L'inducteur sera construit sous forme de cuirasse, de manière à éviter les fuites magnétiques. La cuirasse du moteur devra offrir une étanchéité parfaite contre la poussière et l'eau qui, en service, viendraient à être projetées sur ladite cuirasse.

La cuirasse comportera des ouvertures de visite à fermeture hermétique destinée à l'entretien des balais.

Par entretien des balais, il faut comprendre non seulement le remplacement des balais, mais aussi le remplacement des porte-balais.

§ 10. — Les paliers devront être construits de façon à éviter toute introduction d'huile de graissage à l'intérieur du moteur.

§ 11. — Le moteur et notamment le collecteur et les balais devront être construits de façon à ce que, pour une position fixe des balais dans le cas d'une marche dans les deux sens, la production d'étincelles soit pratiquement nulle pour n'importe quelle charge dans la limite de la puissance maximum.

§ 12. — L'isolement des enroulements par rapport à la masse devra être tel que, aussitôt après que le moteur aura atteint la température maximum permise, il puisse résister encore pendant cinq minutes à un courant alternatif dont la tension serait le quadruple de la tension de service.

§ 13. — Tous les organes du moteur appelés à être remplacés et en particulier l'induit, les enroulements de l'inducteur, les enroulements sur gabarit de l'induit, les collecteurs, etc., doivent être tout à fait interchangeables, c'est-à-dire que ces organes doivent pouvoir être remplacés sans nécessiter aucun travail ultérieur d'ajustage; le remplacement des induits devra en particulier pouvoir s'opérer sans qu'il soit nécessaire d'éloigner les porte-balais.

RÉCEPTION DES MOTEURS. — § 14. — La réception des moteurs aura lieu avant leur mise en place; cet examen portera non seulement sur les conditions générales d'une bonne fabrication et d'une bonne construction, mais spécialement sur la détermination de la puissance de l'effort de traction, de la vitesse, du rendement et de l'échauffement.

A. *Détermination de la puissance mécanique.* — § 15. — La puissance mécanique du moteur pourra se déterminer soit au moyen du frein dynamométrique, soit en accouplant directement à l'essieu moteur une dynamo préalablement tarée et dont les rendements sont connus pour chaque régime. Cette dynamo ne pourra pas être remplacée par un moteur de traction analogue à celui éprouvé et actionné par son engrenage.

B. *Prescriptions pour les essais de puissance des moteurs, par la mesure de l'élévation de température.* — § 16. — La puissance des moteurs se déterminera, par définition, par la mesure de l'élévation de température.

§ 17. — Il ne sera pas permis d'enlever, d'ouvrir ou de modifier essentiellement les enveloppes, couvercles, capotes, etc., prévus pour le système régulier des moteurs; de même, on ne pourra remplacer artificiellement dans l'essai, le courant d'air créé par le déplacement de la voiture.

§ 18. — La température ambiante sera relevée dans chacun des courants d'air existants; si aucun courant d'air prédominant ne se faisait sentir, on relèvera la température moyenne de l'air environnant le moteur, à hauteur du milieu de celui-ci, et dans les deux cas à environ 1 m de distance du moteur. La température ambiante sera prise à intervalles réguliers pendant le dernier quart d'heure d'essai; on en prendra la moyenne.

§ 19. — Dans le cas où, pour la mesure des températures, l'on se servirait d'un thermomètre, il faudra faire en sorte d'obtenir une conduction de la chaleur aussi parfaite que possible, entre le thermomètre et la partie du moteur dont on désire relever la température, par exemple au moyen d'une enveloppe en papier d'étain.

Afin d'éviter la dispersion de la chaleur, le réservoir thermométrique et les parties à mesurer seront recouverts par des substances mauvaises conductrices de la chaleur (déchets de laine sèche ou similaires).

La lecture du thermomètre ne sera pas faite avant que celui-ci ait fini de monter.

§ 20. — On relèvera, au moyen du thermomètre, l'élévation de température de tous les organes du moteur, sauf l'élévation de température des bobines inductrices.

On relèvera autant que possible les points de plus haute température; ceux-ci serviront à déterminer la surélévation de température.

§ 21. — La température des bobines inductrices sera déterminée par la méthode des résistances.

Si le coefficient de température du cuivre n'avait pas été déterminé préalablement, on admettra pour ce coefficient la valeur de 0,004.

C. *Détermination du rendement des moteurs.* — § 22. — Pour déterminer le rendement d'un moteur seul et avec son train d'engrenage, on pourra employer la méthode du frein, en calant celui-ci dans le premier cas sur l'arbre du moteur, dans le second cas sur un faux essieu analogue à l'essieu de la voiture.

On pourra également, avec les précautions nécessaires, recourir aux méthodes purement électriques indiquées dans les paragraphes suivants.

§ 23. — Le rendement combiné des moteurs et des transmissions d'attaque se déterminera pratiquement d'après l'une des deux méthodes suivantes [1] :

A. Deux des moteurs à essayer seront accouplés mécaniquement par un faux essieu portant un organe de transmission semblable à celui à monter sur l'essieu de la voiture; ce faux essieu sera attaqué par les deux pignons des induits des moteurs à essayer.

Un des moteurs travaillera comme moteur et absorbera pour une tension E égale à la tension normale à laquelle le moteur sera soumis en service, une puissance EI correspondant à la puissance normale des moteurs; l'autre moteur travaillera comme générateur et débitera une énergie EI'. La puissance absorbée et la puissance développée ayant été mesurées, le rendement d'un moteur et de sa transmission sera $\eta = \sqrt{\frac{EI'}{EI}}$.

Comme contrôle, il est recommandé de mesurer la puissance Ei fournie au système : on a en effet $Ei = EI - EI'$ ou $i = I - I'$.

B. Deux des moteurs à essayer seront accouplés mécaniquement par un faux essieu portant un organe de transmission semblable à celui à monter sur l'essieu de la voiture; ce faux essieu sera attaqué par les deux pignons des induits des moteurs à essayer.

Un des moteurs travaillera comme moteur et l'autre comme générateur; ils seront accouplés électriquement entre eux de façon à n'exiger comme puissance extérieure qu'une puissance électrique P suffisante pour couvrir les pertes. Si l'on désigne par P_1 la puissance totale fournie au moteur, et par P_2 la puissance totale développée par le générateur, on aura $P = P_1 - P_2$ et le rendement d'un moteur avec son train d'engrenages sera $\eta = \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$.

Les puissances P_1 et P_2 seront mesurées directement et électriquement.

Comme contrôle, il est recommandé de mesurer également

[1] Les méthodes décrites ci-dessus ne sont pas théoriquement exactes, par suite des différences d'attaque des deux parties du système; l'erreur ainsi commise reste cependant dans les limites des erreurs permises, dès que le système de transmission est à faible réduction.

directement la puissance P fournie au système pour couvrir les pertes.

§ 24. — Dans le cas où l'on aurait à déterminer le rendement de moteurs destinés à être calés directement sur l'essieu de la voiture, les méthodes précédentes pourront également être appliquées; il suffira d'accoupler directement les induits de deux moteurs.

BIBLIOGRAPHIE

Polyphase Currents (Courants polyphasés), par A. Still. — *Whittaker and C°*, éditeurs, Londres et New York, 1906. — Format : 19×13 cm, 350 pages. — Prix : 7,50 fr.

Traitement du sujet sans mathématiques et uniquement par la méthode graphique, telle est la caractéristique de cette nouvelle publication de la *Specialits' Series*; elle est due d'ailleurs à M. Still, déjà connu de nos lecteurs par d'autres travaux sur les courants alternatifs. L'objectif n'en est pas neuf, mais, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à cet égard à la perfection difficile à réaliser, tout travail relatif à la transmission et à la distribution de ces courants et les mettant à la portée des praticiens et étudiants dépourvus des connaissances suffisantes pour aborder des ouvrages plus importants sur la matière, tout travail de ce genre, disons-nous, sera toujours le bienvenu et comme tel réussira. — Les deux premiers chapitres en sont les plus importants en tant qu'affectés à l'exposé de l'emploi des vecteurs pour la solution des problèmes concernant les courants alternatifs et précisant les points principaux qui les différencient des courants continus. Ils permettent à l'étudiant ou à l'ingénieur qui, familiarisé avec l'emploi des courants continus, veut se donner la peine de s'en bien pénétrer, d'acquérir rapidement les connaissances fondamentales relatives à l'utilisation des courants polyphasés. Les quelques notes ajoutées sous forme d'appendice se réfèrent à certains sujets dont il est question dans le volume mais qui ne font pas partie essentielle de l'ouvrage et ne sont pas indispensables à l'intelligence de son contenu.

La transmission de l'énergie y occupe une place qu'on pourrait trouver disproportionnée si l'on oubliait que ce livre est écrit non pas pour ceux qui sont appelés à s'occuper de la construction des appareils polyphasés (ils doivent posséder sur la matière des connaissances plus complètes et plus approfondies), mais pour ceux qui, pris un peu au dépourvu, doivent les utiliser.

La loi de Kelvin et les principes qui régissent le calcul de la section la plus économique des conducteurs dans leur application y sont étudiés assez au long, non seulement en raison de l'importance qu'ils présentent dans le transport de l'énergie sous cette forme de courants, mais aussi parce qu'ils paraissent généralement assez mal compris. Ces questions sont, comme le reste, traitées sans mathématiques; mais les points importants y sont assez clairement établis pour que le lecteur n'éprouve aucune difficulté à calculer lui-même les meilleures dimensions de conducteur applicables à la solution de tel transport d'énergie qui lui est demandé avec un courant donné.

Il y a là matière à une traduction intéressante pour le Continent.

E. Boistel.

Répertoire des industries Gaz et Électricité, 1906-1907, par Maurice Germain, en vente chez *Jeanmaire*, Paris. — Format : 18×12 cm, 748 pages. — Prix : 3 fr.

S'il est un livre dont nous eussions pu ne rien dire, c'est assurément celui-ci; mais, par ce temps de pénurie bibliographique, il bénéficie de la place qui nous est ici impartie. — Réunion de renseignements commerciaux, pour ne pas dire œuvre de réclame ou tout au moins de publicité, il n'en est pas d'ailleurs, dit-il lui-même, à sa première édition, et, fondé en 1895, il a déjà été, pour sa gloire, victime de pillages, voire de copies littérales de contrefacteurs avertis aujourd'hui de ne plus compter sur l'indulgence dont ils ont profité jusqu'ici. Il comprend cinq parties assez mal définies par leurs titres, savoir : la première intitulée « L'année 1905 » qui se décompose elle-même en années judiciaire, — administrative, — technique, — bibliographique, — et commerciale; elle contient tous (?) renseignements intéressant, dans ces divers ordres d'idées, les deux industries considérées. La seconde constitue un prétendu aide-mémoire pratique dans lequel on serait heureux de trouver des données précises que, sur l'électricité au moins, il était facile de puiser à bonne source, et qui, faute de cette précision porterait plus exactement le nom de trompe-mémoire. La troisième renferme, sous la rubrique assez vague « Gaz et Électricité » trop identique au titre principal, la liste des Sociétés savantes ou des Syndicats y relatifs, celles des administrateurs, directeurs, ingénieurs, experts, etc., des Compagnies exploitantes, des Services municipaux, Paris et province, qui les concernent, et enfin celle des usines ou stations centrales, en France, de l'une ou l'autre industrie. Dans les quatrième « Gaz » et cinquième « Électricité », de dénominations de moins en moins variées, comme on voit, on trouve enfin, à côté de renseignements respectifs un peu plus particuliers à l'une et l'autre industrie, la liste, par spécialités, des principaux fournisseurs de matériel y relatif.

Le tout est naturellement agrémenté, dessus, dessous, dedans, dehors et sur toutes les coutures, de nombreuses pages d'annonces qui en font le plus bel et le plus fructueux ornement, et nous aurions tort, en somme, de dire

du mal de ces publications; elles intéressent bien des gens et profitent toujours à quelques-uns.

E. Boistel.

Elektrische Beleuchtung (Éclairage électrique), par Berthold Monasch. — *Max Jänecke*, éditeur, Hanovre, 1906. — Format : 22×15 cm; 129 pages. — Prix : 7 fr.

Ce volume porte le numéro VIII des *Repetitorien der Elektrotecknik* publiées sous la direction de M. Königswerther, dont nous avons déjà annoncé plusieurs livraisons sans que nous sachions, en raison du décousu et de l'intermittence de leur apparition, où en est cette publication annoncée comme devant comporter douze fascicules.

Quoi qu'il en soit, et les ouvrages sur l'éclairage électrique, aujourd'hui application courante et supposée connue de tous, étant rares actuellement, nous saluons d'autant plus volontiers celui-ci qu'il paraît inspiré par un sentiment assez spécial et rentrant tout à fait dans notre manière de voir; nous voulons dire la nécessité, de plus en plus généralement sentie, d'apporter un peu de clarté, de précision, de logique et de méthode dans l'étude d'une question sur laquelle chacun a dit son mot sans qu'aucun lien d'exacte définition ou de judicieuse appropriation d'expression soit venu coordonner tant de travaux divers.

Comme le dit très justement l'auteur, malgré les données photométriques que l'on possède, on se trouve constamment en présence de confusions et d'incertitudes dans l'application de ces connaissances. L'intensité lumineuse, le flux lumineux, la puissance électrique, l'éclairement, l'éclairage, l'éclat, sont autant de quantités différentes, dont les dénominations mal comprises ou mal appliquées aboutissent souvent à une mésintelligence complète entre consommateurs, tribunaux, usines électriques, fabriques de lampes, etc., aussi bien qu'entre traités, manuels, formulaires, aide-mémoire, etc — C'est en vue de rétablir en cela une unité désirable comme en toutes choses, que l'auteur a accepté la collaboration à cette collection dont nous avons pu apprécier déjà tout le sérieux et l'à-propos.

Il est inutile d'ajouter que, dans cet ordre d'idées, le premier chapitre « Photométrie » est le plus important en ce sens qu'il domine les autres. Les lampes à arc, les lampes à incandescence, leur montage sur les circuits, leur installation et les services qu'on en peut attendre, le rayonnement lumineux, le rendement et l'application des divers appareils d'éclairage électrique existant actuellement constituent les grandes divisions de cet ouvrage résumé qui arrive bien à point pour mettre les choses au point.

E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

---

366 190. — **De Tobley et Benko.** — *Procédé et appareil pour la production de l'électricité* (23 janvier 1906).

366 116. — **Oldenbourg.** — *Appareil électrocapillaire* (12 mai 1906).

366 216. — **Mehlhardt.** — *Coupe-circuit* (30 avril 1906).

366 238. — **Schwarz.** — *Dispositif pour mesurer l'intensité des rayons Röntgen (rayons X)* (15 mai 1906).

366 342. — **Chataigneau.** — *Système de transmetteur téléphonique* (4 mai 1906).

366 507. — **Balassa.** — *Appareil de retenue pour récepteurs téléphoniques* (22 mai 1906).

366 294. — **Seyfert et Franklin.** — *Moteur électrique* (6 avril 1906).

366 381. — **Fux.** — *Système d'accumulation et de transformation de l'énergie électrique* (18 mai 1906).

366 429. — **De Coincy.** — *Dispositif pour le réglage automatique de la tension dans les dynamos à induits amovibles* (19 mai 1906).

366 466. — **Hanuise.** — *Système de fermeture pour accumulateurs électriques* (22 mai 1906).

366 259. — **Maroger.** — *Vibreur pour bobines d'induction* (15 mai 1906).

366 274. — **Baumann.** — *Relais pour compteur d'électricité avec mécanisme indicateur du prix* (16 mai 1906),

366 317. — **Société dite : Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.** — *Commutateur électrique instantané* (17 mai 1906).

366 431. — **Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux instruments de mesures électriques* (21 mai 1906).

366 432. — **Thomson-Houston.** — *Perfectionnements aux systèmes de mesure de l'énergie électrique* (21 mai 1906).

366 515. — **Feyrens.** — *Indicateur de court-circuit* (25 mai 1906.)

366 270. — **Trunkhard.** — *Procédé pour produire des dépôts métalliques électrolytiques* (16 mai 1906).

366 362. — **Snyder.** — *Perfectionnements apportés aux fours électriques* (17 mai 1906).

366 440. — **Firme Rochling'sche Eisen und Stahlwerke et M. Rosenhauser.** — *Four électrique* (21 mai 1906).

366 577. — **Hanson.** — *Perfectionnements dans les échanges téléphoniques et autres* (25 mai 1906).

366 734. — **Kitsee.** — *Procédé pour constituer un alphabet télégraphique* (31 mai 1906).

366 589. — **Société Felten und Guilleaume Lahmeyer Werke Actien-Gesellschaft.** — *Dispositif d'égalisation de la charge dans les systèmes à commande électrique* (26 mai 1906).

366 645. — **Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris.** — *Appareil à fabriquer les sections d'induit* (28 mai 1906).

366 596. — **Société Siemens und Halske Actien-Gesellschaft.** — *Interrupteur automatique électro-magnétique* (26 mai 1906).

366 693. — **Société Peugeot Tony Huber.** — *Groupe électrogène* (30 mai 1906).

366 578. — **Jackson.** — *Système de connexion pour distribution de courants alternatifs à voltage variable* (25 mai 1906).

366 622. — **Vogelgesang.** — *Enduit isolant perfectionné* (28 mai 1906).

366 692. — **Société d'électricité Nilmelior.** — *Perfectionnement apporté aux appareils destinés à l'éclairage électrique* (30 mai 1906).

366 692. — **Kreinsen.** — *Appareil de jonction à fiche oscillante pour fils électriques* (30 mai 1906).

366 525. — **Société The Roessler and Hasslacher Chemical.** — *Procédé de fusion des substances corrosives on non corrosives* (23 mai 1906).

366 580. — **Société Deutsche Gasgluhlicht Actien-Gesellschaft** (25 mai 1906).

366 797. — **Serenyi.** — *Embouchure à tuyère d'aspiration ou d'insufflation d'air pour le nettoyage des trous de chevilles des commutateurs de téléphones et analogues* (2 juin 1906).

366 816. — **Thomson.** — *Système d'intercommunication pour bureaux centraux téléphoniques* (3 janvier 1906).

366 769. — **Gavois.** — *Appareil pour l'arrêt et la mise en marche des moteurs électriques* (1er juin 1906).

366 857. — **Bruncken.** — *Moteur à courant alternatif monophasé avec dispositif de démarrage* (30 mai 1906).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Éclairage électrique de Saint-Pétersbourg. — Le 28 avril de cette année s'est tenue l'Assemblée générale ordinaire de cette Société. Cette Assemblée présentait un certain intérêt relativement au sort de la Société durant les événements politiques de l'année 1905 et, comme on s'y attendait, leur répercussion directe s'est fait quelque peu sentir.

Ces événements ont également eu une répercussion indirecte, qui s'est manifestée par une certaine diminution dans la consommation normale chez les abonnés, dont un bon nombre avaient quitté Saint-Pétersbourg pendant les périodes de troubles.

Sur le chiffre normal que les recettes auraient dû atteindre il y eut quelque déchet et de plus la Société a dû supporter des dépenses extraordinaires occasionnées par les grèves et dont le chiffre s'élève à 36 237,20 fr.

Cependant, malgré ce concours de circonstances assurément défavorables, les résultats de l'exercice marquent encore une progression satisfaisante. En effet, les recettes ont passé de 4 071 782,58 fr à 4 238 066,33 fr et le bénéfice d'exploitation s'est élevé à 2 355 980,21 fr contre 2 284 958,81 fr. De plus, l'accroissement de la clientèle s'est également fait remarquer par l'inscription de 1866 abonnés nouveaux et une augmentation de 34 841 lampes.

Ceci pourrait presque démontrer que l'éclairage électrique à Saint-Pétersbourg n'est plus considéré comme un éclairage de luxe, et constitue au contraire un service public de première nécessité.

A la station centrale, le matériel continue à fonctionner dans de bonnes conditions, ainsi qu'en témoigne la réduction constante du prix de revient du kilowatt-heure.

Les deux turbines de 750 poncelets fournis par la firme Brown et Boveri ont donné, paraît-il, toute satisfaction et pour répondre à l'accroissement de la clientèle, le Conseil a décidé l'installation d'un nouveau groupe turbo-alternateur de la même provenance, d'une puissance de 1850 kw. Cette installation ainsi que celle de chaudières correspondantes, devront être terminées pour la saison d'hiver.

Comme les charbons marquaient à la fin de 1905 une tendance assez sérieuse à la hausse, le Conseil crut bon de traiter à cette époque et à des conditions assez bonnes un marché de 58 000 tonnes de charbon Cardiff, couvrant les besoins de l'exploitation pour les campagnes 1906-1907 et 1907-1908.

Le réseau, à la fin des trois derniers exercices, comportait les câbles suivants :

	1903. Mètres.	1904. Mètres.	1905. Mètres.
Feeders	69 761	69 761	69 779
Distributeurs	174 980	176 809	177 682
Raccordements	41 429	43 574	46 146
Lignes secondaires	9 447	11 704	12 601
Éclairage public	67 140	67 397	67 403
	362 757	369 245	373 614

La Société fournit, en outre, le courant à diverses installations d'éclairage public qui ont été établies par la Ville et qui comportent 9885 m de câbles, de sorte que la Société alimente un réseau total de 383 km.

Pour les trois mêmes exercices la situation des transformateurs s'établissait ainsi :

	1903.	1904.	1905.
Transformateurs en service	1 107	1 145	1 174
Puissance totale, en kilowatts	10 480	11 297	11 999
Puissance moyenne	9,5	9,8	10,01
Rapport de la puissance en transformateurs à la puissance en lampes	0,91	0,88	0,85

Les compteurs étaient au nombre de :

Au 31 décembre 1898	944
— 1899	1 888
— 1900	2 938
— 1901	4 230
— 1902	5 191
— 1903	6 577
— 1904	7 754
— 1905	8 792

Les abonnés inscrits s'élevaient au nombre de :

Au 31 décembre 1898	1 029
— 1899	2 461
— 1900	4 287
— 1901	5 310
— 1902	6 208
— 1903	7 685
— 1904	8 830
— 1905	10 096

Le total des appareils desservis à la fin de chaque année réduit en lampes de 10 bougies en 40 watts se chiffrait à

Au 31 décembre 1898	54 164
— 1899	115 196
— 1900	183 790
— 1901	217 776
— 1902	233 594
— 1903	288 463
— 1904	319 563
— 1905	354 404

En ajoutant l'éclairage public équivalent à 7318 lampes, on arrive à un total général de 361 722 lampes de 10 bougies raccordées au 31 décembre 1905.

L'ensemble des lampes et appareils divers desservis chez les abonnés se répartit comme suit pour les trois derniers exercices :

	1903. Pour 100.	1904. Pour 100.	1905. Pour 100.
Lampes à incandescence	89,3	89,3	88,7
Lampes à arc	3,7	3,4	3,1
Moteurs	6,4	6,8	7,7
Ventilateurs et divers	0,6	0,5	0,5
	100	100	100

Les recettes des trois derniers exercices se décomposent comme suit :

	1903.	1904.	1905.
Éclairage au compteur	2 796 336,41	3 259 780,40	3 422 390,90
Éclairage à forfait	417 429,61	485 002,96	456 123,26
Force motrice	145 783,10	202 416,98	233 578,38
Éclairage public	97 233,88	101 760,64	103 877,65
Recettes diverses	25 338,80	22 821,60	22 096,14
Totaux	3 482 121,80	4 071 782,58	4 238 066,33

Les dépenses du siège d'exploitation pour les mêmes exercices donnent les totaux suivants :

1903	1 687 378,70 fr.
1904	1 831 828,54
1905	1 921 972,41

Le tableau ci-dessous donne le relevé comparatif des dépenses pendant les trois derniers exercices :

	1903.	1904.	1905.
Production d'électricité	1 021 397,11	1 117 137,68	1 117 520,56
Services du réseau, de l'éclairage public, des abonnés, laboratoire et atelier	254 330,85	266 958,26	263 444,44
Frais généraux et d'administration	380 867,91	420 849,43	461 372,23
Rabais aux abonnés	30 782,83	26 883,17	43 397,98
Dépenses spéciales des grèves	»	»	36 237,20
Totaux	1 687 378,70	1 831 828,54	1 921 972,41

La main d'œuvre ayant été relevée à Saint-Pétersbourg, la Société a été amenée à consentir à son personnel des augmentations de salaires représentant une majoration annuelle de 79 000 fr. L'exercice 1905 a déjà supporté de ce chef une majoration de 35 000 fr environ.

Pendant les périodes de grèves les dépenses spéciales comportent principalement les rémunérations aux équipes militaires qui ont assuré le service de la station. Il a fallu en outre payer les salaires normaux au personnel pendant les périodes de grève, salaires qui figurent aux dépenses courantes d'exploitation.

Nous donnons ci-dessous quelques détails sur la production d'électricité pendant les trois derniers exercices, production qui constitue, en somme, le poste principal des dépenses :

	1903.	1904.	1905.
Kilowatts-heure produits	12 607 963	14 639 100	14 683 173

Prix de revient du kilowatt-heure en centimes.

	1903.	1904.	1905.
Combustible	6,19	5,88	5,62
Huiles, étoupes, matières diverses	0,27	0,27	0,25
Appointements et salaires à la station	1,25	1,12	1,29
Entretien et divers	0,37	0,36	0,43
	8,08	7,63	7,59

Depuis l'année 1900 le coefficient d'exploitation s'est abaissé progressivement comme suit : 1900, 80 pour 100; 1901, 63,4 pour 100; 1902, 54,4 pour 100; 1903, 48,4 pour 100; 1904, 44,9 pour 100. En 1905, en tenant compte des dépenses extraordinaires de grève, il s'est établi à 45,4 pour 100 et, sans les dépenses en question, à 44,5 pour 100.

Pour les trois derniers exercices le bénéfice d'exploitation se chiffre comme suit :

	1903.	1904.	1905.
Recettes	3 482 121,80	4 071 782,58	4 238 066,33
Bénéfices divers	28 047,66	45 004,77	39 886,29
	3 510 169,46	4 116 787,35	4 277 952,62
A déduire,			
Dépenses du siège d'exploitation	1 687 738,70	1 831 825,54	1 921 972,41
Bénéfices d'exploitation	1 822 430,76	2 284 958,81	2 355 980,21

Voici maintenant comment se présente la situation financière :

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1905/13 JANVIER 1906

Actif.

Premier établissement :		
Apports (4 stations), contrat avec la Douma de Saint-Pétersbourg, frais de constitution de la Société, différence sur placement d'obligations, droits fiscaux, honoraires d'avocats et de notaires, impression et timbrage des titres et divers, frais généraux et intérêts intercalaires		10 955 751,82 fr.
Station Fontanka et bâtiment d'administration (amortissements déduits)		11 162 181,20
Réseau, éclairage public, transformateurs, lampes à arc, compteurs, installation du Vieux-Pétersbourg (amortissements déduits)		9 815 205,91
Actif réalisable :		
Caisse et banquiers	649 593,59	
Dépôts consignés	112 965,23	
Abonnés	1 106 271,82	
Débiteurs divers	15 653,39	
Magasins (amortissements déduits)	573 882,73	
		2 458 366,76
Cautionnements		223 240,60
Portefeuille, assurance ouvriers		13 499,94
Mobilier en Russie et en Belgique		40 264,60
Outillage (amortissements déduits)		44 174,01
Compte transitoire		28 363,53
Compte d'ordre		425 000,00
Total		35 166 048,17 fr.

Passif.

Capital : 44000 actions privilégiées de 250 fr chaque, 20000 actions ordinaires (mémoire)	11 000 000,00 fr.
Obligations 4,5 pour 100	21 151 500,00
Réserve légale	45 200,00
Fonds de prévision pour créances douteuses	25 000,00
Fonds de prévision pour assurance des ouvriers	10 664,60
Coupons d'obligations non encaissés	6 896,25
Prorata d'intérêts sur obligations (provision)	430 890,50
Obligations restant à rembourser	127 500,00
Dividendes non encaissés	9 087,50
Créditeurs divers	1 265 000,38
Compte d'ordre	425 000,00
Profits et pertes	669 308,94
Total	35 166 048,17 fr.

Le solde du compte Profits et Pertes, sur la proposition du Conseil d'administration a été réparti de la façon suivante :

Réserve légale	33 500,00 fr.
Provision pour impôts en Belgique et en Russie	85 000,00
Dividende de 12,5 fr à 44000 actions privilégiés	550 000,00
Report à nouveau	808,94
Total	669 308,94 fr.

Le rapport des comptes a été approuvé par l'Assemblée et M. Hubert de Creeft a été réélu administrateur pour une période de six années.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

58133. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.

15e Année. — N° 356 **25 Octobre 1906.**

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 212ter, boulevard Pereire. — Paris. TÉLÉPHONE 536-02	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Société Internationale des Électriciens. — La Société Internationale des Électriciens reprendra ses réunions mensuelles le *Mercredi, 7 novembre* 1906, à 8h30m du soir, dans la salle des Séances de la Société d'encouragement, 44, rue de Rennes (place Saint-Germain-des-Prés), à Paris.

Ordre du jour : 1° Compte rendu de la réunion de la Commission électrotechnique internationale à Londres, par M. Janet. — 2° Nouveau galvanomètre enregistreur de MM. Blondel et Ragonot et ses applications à l'étude des courants alternatifs, par M. Routin.

Distinctions honorifiques. — Ministère du commerce, de l'industrie et du travail. — *Ont été promus ou nommés dans l'ordre national de la Légion d'honneur, à l'occasion des Expositions de Saint-Louis, Lille et Arras :*

Au grade d'officier : MM. *Deutsch (de la Meurthe) (Henri)*, fabricant d'huiles minérales et végétales. Médaille d'argent. Chevalier du 29 octobre 1889. — *Lumière (Claude-Antoine)*, fabricant d'appareils photographiques à Lyon. Membre du jury. Chevalier du 2 avril 1894. — *Panhard (Louis-François-René)*, administrateur de la Société anonyme des établissements Panhard et Levassor à Paris. Grand prix. Chevalier du 20 octobre 1878.

Au grade de chevalier : MM. *Azaria (Pierre)*, ingénieur des arts et manufactures à Paris. Grand prix. — *Collot (Charles-Armand)*, ingénieur des arts et manufactures, constructeur d'instruments de précision à Paris. Grand prix. — *Falconnet (Henri)*, administrateur directeur général de la Société Falconnet-Pérodeau à Paris (manufacture de caoutchouc). Médaille d'or. — *Héroult (Paul-Louis-Toussaint)*, ingénieur administrateur de la Société électro-métallurgique de Froges (Savoie). Grand prix en participation. — *Renault (Louis)*, constructeur d'automobiles à Paris. Grand prix. — *Gouy (Georges-Louis)*, professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Lyon. Grand prix décerné à cette université. — *Guntz (Nicolas-Antoine)*, professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Nancy. Grand prix.

Ont été promus ou nommés dans l'ordre national de la Légion d'honneur à l'occasion de l'Exposition de Liège :

Au grade d'officier : MM. *Compère (Charles)*, directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur.

Vice-président de jury de classe. Chevalier du 14 août 1900. — *Frager* (*Alphonse-Jean*), administrateur directeur de la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz à Paris. Deux grands prix. Chevalier du 30 décembre 1892. — *Harlé* (*Henri-Amédée-Émile*), administrateur gérant de la maison Sautter, Harlé et Cie (construction de phares) à Paris. Vice-président de jury de classe. Chevalier du 3 juillet 1886. — *Lahure* (*Alexis-Étienne*), imprimeur-éditeur à Paris. Président de jury de classe. Chevalier du 2 avril 1894. — *Lévy* (*Albert*), directeur du service chimique de l'observatoire de Montsouris. Professeur à l'École de physique et de chimie industrielles. Médaille d'or. Chevalier du 3 août 1890.

Au grade de chevalier : MM. *Bancelin* (*Edme-Henri*), administrateur de la Compagnie française de charbons pour l'électricité à Paris. Diplôme d'honneur. — *Belhmont* (*Eugène-René-Daniel*), administrateur directeur de la Société d'électrométallurgie de Dives. Président de jury de classe. — *Clerc* (*Louis-Jean*), chef d'exploitation des usines électriques de la Compagnie internationale Edison à Paris. Membre des comités d'admission et d'installation. — *Pascalis* (*Georges*), fabricant de produits chimiques à Paris. Membre du jury.

Ministère des travaux publics, des postes et des télégraphes. — Règlements d'administration publique relatifs aux distributions d'énergie. — Par décision du 9 octobre 1906, le Ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes, a constitué ainsi qu'il suit la Commission chargée d'élaborer les règlements d'administration publique prévus par la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie :

MM. *Picard* (*Alfred*), président de la section des travaux publics du Conseil d'État, président. — *Colson*, conseiller d'État. — *Rousseau*, maître des requêtes au Conseil d'État. — *Bruman*, directeur de l'Administration départementale et communale au Ministère de l'intérieur. — *Estaunié*, directeur du matériel et de la construction à l'Administration des postes et télégraphes. — *Dabat*, directeur de l'hydraulique et des améliorations agricoles au Ministère de l'agriculture. — *Chargueraud*, directeur des routes, de la navigation et des mines au Ministère des travaux publics, des postes et des télégraphes. — *Taché*, administrateur à la direction générale de l'enregistrement, des domaines et du timbre au Ministère des finances. — *Lévy* (*Maurice*), inspecteur général des ponts et chaussées. — *Monmerqué*, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — *Girons*, ingénieur des postes et des télégraphes. — *Guillebot de Nerville*, ingénieur des postes et télégraphes, professeur adjoint d'électricité à l'École des ponts et chaussées. — *Guillain*, président du Conseil d'administration de la Compagnie française pour l'exploitation des brevets Thomson-Houston. — *Fontaine* (*Hippolyte*), ingénieur électricien, administrateur des ateliers des machines Gramme. — *Sartiaux* (*Albert*), ingénieur en chef de l'exploitation du chemin de fer du Nord. — *Harlé*, de la maison Sautter, Harlé et Cie. — *Cordier*, directeur général de la Société l'*Énergie électrique du littoral méditerranéen*. — *Picou*, ingénieur des arts et manufactures. — *Lauriol*, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage de la ville de Paris. — *Carcasonne*, chef de bureau au Ministère des travaux publics, des postes et des télégraphes.

Responsabilités des accidents du travail dans les écoles d'enseignement technique et dans les autres établissements d'instruction. — Le ministre du commerce, de l'industrie et du travail, vu la loi du 9 avril 1898 concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

Vu l'arrêté ministériel du 26 janvier 1903 instituant au ministère du commerce une commission chargée d'étudier les difficultés relatives à l'application de la loi susvisée du 9 avril 1898, aux accidents du travail survenus dans les établissements pénitentiaires ou dans les établissements hospitaliers;

Vu le vœu final émis par ladite commission en vue de l'étude de la question des responsabilités des accidents du travail dans les écoles d'enseignement technique et dans les autres établissements d'instruction;

Vu la correspondance échangée avec le ministre de l'instruction publique, des beaux-arts et des cultes, le ministre de l'intérieur, le ministre de l'agriculture et le ministre des finances;

Sur la proposition du directeur de l'assurance et de la prévoyance sociales.

Arrête : *Art.* 1er. — Il est institué au ministère du commerce, de l'industrie et du travail une Commission chargée d'étudier la question de la responsabilité des accidents survenus dans les écoles d'enseignemont technique et dans les autres établissements d'instruction.

Art. 2. — Elle sera composée de 15 membres, savoir : 5 membres du Parlement; le directeur de l'assurance et de la prévoyance sociales au ministère du commerce, de l'industrie et du travail; un membre du Comité consultatif des assurances contre les accidents du travail, désigné par le ministre du commerce; le directeur de l'enseignement technique au ministère du commerce, de l'industrie et du travail; un représentant de l'enseignement primaire; un représentant de l'enseignement supérieur désignés par le ministre de l'instruction publique, des beaux-arts et des cultes; un représentant du service hospitalier et un représentant du service pénitentiaire, désignés par le ministre de l'intérieur; un membre désigné par le ministre de l'agriculture; un membre désigné par le ministre des finances.

Art. 3. — Cette Commission comprendra, sous la présidence de M. Millerand, député, ancien ministre du commerce : MM. *Monis*, sénateur. — *Cruppi*, député. — *Pierre Dupuy*, député. — *Henri Michel*, député. — *Georges Paulet*, directeur de l'assurance et de la prévoyance sociales. — *Ch. Lyon-Caen*, membre de l'Institut, membre du comité consultatif des assurances contre les accidents du travail. — *Louis Bouquet*, directeur de l'enseignement technique. — *Gasquet*, directeur de l'enseignement primaire. — *Mallet*, chef de bureau à la direction de l'enseignement secondaire. — *Werwaest*, chef de bureau à la direction de l'enseignement supérieur. — *Grimanelli*, directeur de l'administration pénitentiaire (ou, en son absence M. Martin, chef de bureau à la direction de l'administration pénitentiaire). — *Collignon*, directeur de l'institut national des sourds-muets. — *Mamelle*, sous-directeur de l'agriculture. — *Delatour*, directeur général de la caisse des dépôts et consignations.

Art. 4. — M. Rossy, commissaire contrôleur des sociétés d'assurances contre les accidents du travail, remplira les fonctions de secrétaire de la commission.

Société des Agriculteurs de France. — Cette Société annonce qu'un prix agronomique, consistant en un objet d'art, sera décerné, durant la prochaine session de la Société en 1907, à l'auteur de l'étude la mieux conçue, qui lui sera présentée sur la question de la production, du transport et de la distribution de l'énergie et de la lumière dans les exploitations rurales au moyen de l'électricité. Ce travail devra viser la création ou l'utilisation d'une usine centrale, mue par une chute d'eau ou un autre moteur quelconque, annexe ou non d'une sucrerie, distillerie ou autre usine déjà existante; cette usine produisant, au besoin, l'électricité nécessaire pour transmettre la force et la lumière dans les exploitations rurales avoisinantes. Cette étude devra être appuyée sur des exemples tirés d'installations déjà existantes et, autant que possible, elle devra viser une application bien déterminée à créer. Dans ce cas, elle en présentera, dans la mesure du possible, les avantages et les difficultés, elle indiquera les prix d'installation et d'exploitation en les mettant en compa-

raison avec les dépenses des installations antérieures qu'elle serait destinée à remplacer. Les mémoires devront être adressés au siège de la Société, 8, rue d'Athènes, à Paris, *au plus tard* le 31 décembre 1906.

Conditions des concours de la Société. — 1° Les mémoires présentés aux concours doivent être manuscrits ou à l'état d'épreuves; 2° les auteurs ne doivent pas se faire connaître. Chaque manuscrit doit porter une épigraphe ou devise qui sera répétée sur un pli cacheté joint à l'ouvrage et portant le nom de l'auteur; 3° le lauréat qui obtient un objet d'art peut choisir entre cet objet et sa valeur en argent.

Détermination de l'échauffement d'un conducteur électrique par sa variation de résistance électrique. — Si un conducteur présente à la température θ_1 une résistance R_1, et qu'il s'échauffe de θ degrés, sa résistance R_2 à la température $\theta_1 + \theta$ sera donnée par la formule :

$$R_2 = R_1 (1 + \alpha\theta), \qquad (1)$$

α est un coefficient qui varie avec la température initiale θ_1 et que M. *A. E. Kennelly* a établi pour le cuivre, pour des températures initiales comprises entre 0° C et 50° C. Nous reproduisons ci-dessous le tableau donnant ces valeurs de α.

θ_1.	α.	θ_1.	α.
0	0,004200	26	0,003786
1	0,004181	27	0,003772
2	0,004165	28	0,003758
3	0,004148	29	0,003744
4	0,004131	30	0,003730
5	0,004114	31	0,003716
6	0,004097	32	0,003702
7	0,004080	33	0,003689
8	0,004063	34	0,003675
9	0,004047	35	0,003662
10	0,004031	36	0,003648
11	0,004015	37	0,003635
12	0,003999	38	0,003622
13	0,003983	39	0,003609
14	0,003967	40	0,003596
15	0,003951	41	0,003583
16	0,003936	42	0,003570
17	0,003920	43	0,003557
18	0,003905	44	0,003545
19	0,003890	45	0,003532
20	0,003875	46	0,003520
21	0,003860	47	0,003508
22	0,003845	48	0,003495
23	0,003830	49	0,003483
24	0,003815	50	0,003471
25	0,003801		

Cette forme spéciale présente un intérêt tout particulier pour la détermination de l'échauffement d'un conducteur en cuivre traversé par un courant électrique.

Supposons, par exemple, que la résistance de ce conducteur soit de 0,23 ohm à la température initiale θ_1 de 25° C, et qu'après le passage du courant elle devienne égale à 0,271 ohm. La formule (1) donne :

$$\theta = \frac{\frac{R_2}{R_1} - 1}{\alpha}. \qquad (2)$$

En portant dans la formule (2) les valeurs indiquées, on a :

$$\frac{R_2}{R_1} = 1,1783 \quad ; \quad \frac{R_2}{R_1} - 1 = 0,1783,$$

et en divisant 1783 par la valeur de α correspondant à la température initiale de 25° C ($\alpha = 0,003801$), on en tire :

$$\theta = \frac{0,1783}{0,003801} = 46,9 \text{ degrés C.}$$

Nouveau modèle de câble souple. — Les tresses à deux ou plusieurs conducteurs sont assez employées en France, pour qu'y soit accueillies avec faveur les modifications simples proposées en Italie, par M. Bogni, pour remédier aux inconvénients divers de leur emploi.

La figure 1 montre que les fils composant le câble conducteur sont serrés en un faisceau d'où ne peuvent plus se détacher des fils qui, si fréquemment occasionnent des ruptures de courant, ou des court-circuits dans les douilles ou rosettes, ou seulement de mauvais contacts comme en *e* (fig. 2). Le contact *f* de la même figure est au contraire assuré d'une manière parfaite.

Enfin la préparation des connexions au moyen des tresses des modèles actuels prend plus de temps qu'il ne faut, oblige

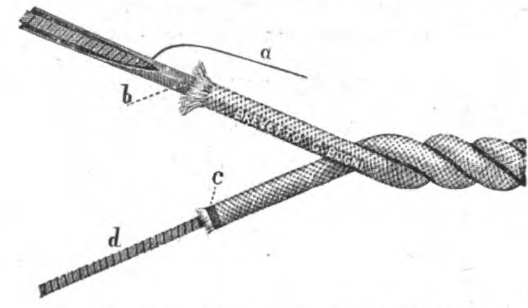


Fig. 1. — Tresse à deux conducteurs, système Bogni.

à déchiqueter en quelque sorte l'isolant *b* (fig. 1), sans naturellement laisser indemnes les fils conducteurs eux-mêmes, qu'attaque fatalement le couteau de l'opérateur. La présence

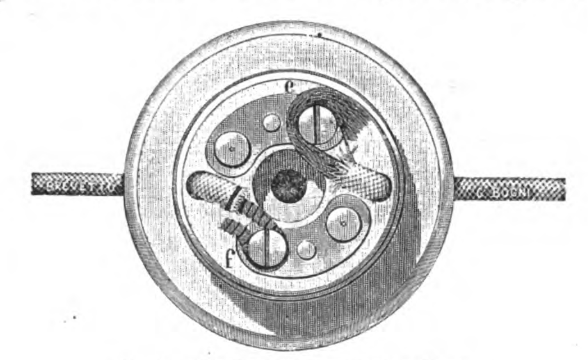


Fig. 2. — Fixation du fil sur l'appareillage.
e, dispositif ordinaire. — *f*. dispositif Bogni.

du fil *a* (fig. 1) dans le nouveau câble facilite grandement cette opération.

Il est donc à souhaiter qu'on puisse établir ces nouveaux câbles à des prix dépassant peu les autres, pour que leur plus grande commodité et l'économie de leur manipulation les fasse adopter.

A. Z.

Comparaison entre le transport de l'énergie par courant continu et par courants triphasés. — La municipalité de Milan a chargé l'ingénieur Motta d'étudier le prix de revient du transport d'énergie d'une chute d'eau de l'Adda d'une puissance d'environ 28 000 kw, située à environ 150 km de Milan, le transport pouvant se faire, par courants triphasés de 60 000 volts, à la fréquence 42, au moyen de trois lignes de 240 mm² de section chacune, ou par courant continu à la tension de 150 000 volts.

Dans ce dernier cas on doit utiliser 10 groupes de turbines actionnant chacun 4 génératrices, chaque groupe donnant une tension de 15 000 v ainsi qu'une canalisation à deux conducteurs ayant chacun une section de 140 mm². Le milieu de tout le système est relié à la terre de sorte que chaque conducteur a une tension de 75 000 volts par rapport à la terre.

M. Motta a trouvé que les frais d'installation s'élèveraient :

	Courant continu.	Courants triphasés.
Machines, transformateur, tableau, etc., en millions de fr	7	3,75
Lignes de transport, en millions de fr. .	3	6,41
Totaux	10	10,16

Les rendements depuis l'axe des turbines jusqu'à Milan seraient de 54,2 centièmes dans le cas de courant continu et de 55,8 centièmes dans le cas de courants triphasés. Dans le cas de courants triphasés dont il recommande l'emploi, M. Motta estime le prix d'établissement à 200 fr. par kilowatt.

Association Amicale des Anciens Mécaniciens-électriciens de la Marine. — L'Association amicale des Anciens Mécaniciens-électriciens de la Marine sera heureuse de servir d'intermédiaire aux industriels et chefs d'établissements pour le recrutement de leur personnel. L'Association peut procurer des ingénieurs, dessinateurs, chefs d'ateliers, chefs de dépôt, de station, chefs de services, contremaîtres et ouvriers de toutes les spécialités, dont les capacités et l'expérience ont été mises à l'épreuve.

Le règlement qui préside au recrutement de l'Association est, pour MM. les industriels et chefs d'établissements, une garantie de l'honorabilité des sociétaires.

S'adresser au secrétaire général, M. Dhien, 5, villa Danré, Saint-Denis (Seine).

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Luxeuil (Haute-Saône). — *Éclairage.* — On parle fort à Luxeuil, d'éclairer la ville à l'électricité. L'énergie nécessaire serait fournie par les houillères de Ronchamp, lesquelles ayant un fort stock de charbon pourrait livrer la lumière à un prix plus bas que les villes où elle est actuellement installée, à Fougerolles et à Saint-Loup par exemple.

La question n'a pas encore été débattue par le Conseil municipal, mais elle ne saurait tarder à être portée devant cette Assemblée.

Un conseiller municipal, actionnaire des houillères de Ronchamp, intéressé directement dans l'affaire, se fait fort de la faire accepter par ses confrères.

ÉTRANGER

Francfort (Allemagne). — *Station centrale.* — On vient de réorganiser la station centrale de cette ville, dont la majeure partie de l'équipement de cette usine était encore constituée par des machines à vapeur horizontales à pistons; on a adjoint à celles-ci des turbo-alternateurs à vapeur Brown-Boveri-Parsons de grande puissance. L'énergie éectrique est engendrée, par toutes les machines, sous forme de courant alternatif simple à 3000 volts et 45 périodes.

L'équipement actuel comprend quatre machines tandem-compound directement accouplées à des alternateurs Brown-Boveri de 1030 kw et quatre groupes de 530 kw, et un turbo-alternateur de 3000 kw. La chaufferie contient 15 chaudières, des réchauffeurs, des surchauffeurs, des pompes et des appareils auxiliaires. Le combustible est manutentionné au moyen de procédés mécaniques, convoyeurs et élévateurs, qui l'amènent des bateaux aux soutes. Les 15 chaudières sont réparties en 2 batteries de 3 unités. L'une des batteries contient des chaudières Simonis et Lanz; l'autre des chaudières Cornwall-Steinmüller. Chaque unité présente environ 100 m² de surface de chauffe. La troisième batterie comprend des unités plus puissantes, du type G. Kuhn; leur surface de chauffe est de 480 m² environ. Deux surchauffeurs Steinmüller contiennent 220 tubes horizontaux présentant une surface de 356 m² environ.

Les machines à vapeur horizontales sont tandem-compound et sont du type Kuhn ou du type Sulzer. Elles emploient de la vapeur à 250° et à 9 atmosphères de pression. Les alternateurs Brown-Boveri, à inducteur volant, ont une puissance de 1050 kw. Les excitatrices de ces alternateurs sont montées en bout d'arbre. La turbine à vapeur Brown-Boveri-Parsons est alimentée avec de la vapeur à 300° et à 13 atmospères. La vitesse de rotation de cette turbine est de 1360 t:m. Le courant d'excitation du turbo-alternateur est fourni sous une tension de 120 volts par deux groupes d'excitation convertissant le courant alternatif à haute tension en courant continu à basse tension. Chaque groupe a une puissance de 50 kw. Une batterie d'accumulateurs de 67 éléments de 1300 A-h, munie d'un survolteur de 15 kw, assure la continuité du service.

Long Island (États-Unis). — *Chemin de fer électrique.* — Tout un matériel électrique vient d'être construit pour l'exploitation du Long Island Railway. Les automotrices et les voitures de remorque sont entièrement construites en acier. Elles ont 12,5 m de longueur, 1,55 m de largeur et 2,15 m de hauteur intérieure. Le châssis de chaque voiture est supporté par deux bogies à deux essieux attaqués chacun par un moteur de 150 kw. Des frotteurs particuliers de prise de courant permettent l'emploi de troisièmes rails de différentes hauteurs. La commande et le réglage des moteurs sont effectués par le système électropneumatique à unités multiples Westinghouse; le courant nécessaire à l'alimentation des valves électropneumatiques est fourni par deux petites batteries d'accumulateurs dont l'une se charge pendant que l'autre se décharge.

Zamora (Espagne). — *Transport d'énergie.* — Un important transport d'énergie à 40 000 v vient d'être réalisé à Zamora par la Société Alioth.

L'usine utilise une chute de 12 m du Douro. Elle contient 2 alternateurs de 400 kv-A et 5 alternateurs de 900 kv-A. Ces machines sont à arbre vertical et sont entraînées directement par des turbines situées à l'étage inférieur. Les constantes des alternateurs sont les suivantes :

Courants triphasés : 870 kv-A, 6000 v, 140 t:m, 46,6 p:s, 40 pôles; diamètre extérieur du stator : 3,95 m; diamètre intérieur : 3,57 m; longueur axiale totale : 300 mm; une couronne de ventilation de 10 mm; entrefer 7 mm; 240 encoches ouvertes de 45×21 mm avec fermeture par coin; enroulement : 40 bobines à 10 tours par phase, soit au total 400 tours en série par phase bobinés avec du fil de 4 mm de diamètre, 2 fils en parallèle; canaux en micanite fermés. L'inducteur a 40 pôles en acier coulé à masses polaires feuilletées, le volant est en fonte; section des pôles : 323 cm²; bobines inductrices en cuivre plat enroulé de champ 86 tours de $20 \times 2,5$ mm²; courant d'excitation : 140 ampères sous 175 volts; excitatrice en bout d'arbre.

L'usine génératrice dessert les villes de Zamora, Salamanque et Valladolid. L'énergie électrique est transmise sous 20 000 v à Zamora et Salamanque et sous 40 000 v à Valladolid, distante de 110 km. Les courants triphasés passent, pour cela, dans des transformateurs à huile à circulation d'eau. Chaque noyau de transformateur porte une bobine en cuivre plat de 66 mm² de section, 252 tours, connexions en étoile. Au secondaire, chaque noyau porte 20 bobines de 80 tours de fil de 3,2 mm de diamètre; connexions en étoile; puissance 880 kv-A; la tension est élevée de 6000 à 40 000 v, tandis que l'intensité et réduite de 86 à 12,6 A.

ALTERNATEUR AUTO-RÉGULATEUR

A CHAMP AUXILIAIRE

SYSTÈME HEYLAND

La présente innovation s'applique à toute machine électrique, elle présente des avantages spéciaux pour des machines à courants alternatifs. Elle a pour but d'annuler, par un procédé très simple, l'effet de la réaction d'induit du courant de charge sur le champ magnétique de la machine et sur la chute de tension. Dans ce but, l'excitation est contrôlée par un courant de réglage qui, par suite d'un dispositif particulier, est produit ou influencé directement par l'effet de la dite réaction d'induit du courant de charge. En ajoutant ce courant de réglage à l'excitation de la machine, en sens inverse de la réaction du courant de charge, on arrive facilement à annuler tous les effets connus de la réaction d'induit et à maintenir la tension de la machine constante, exactement comme dans une machine compoundée.

Le courant de réglage variant proportionnellement à la grandeur de la réaction d'induit, est obtenu en produisant le dit courant dans un circuit influencé par un *champ de dispersion* du champ principal de la machine. On sait que, dans toute machine électrique, il existe dans le système polaire, outre le champ inducteur, c'est-à-dire le champ qui traverse le bobinage entier et y engendre la force électromotrice des champs de dispersion. Pour chaque régime de charge, le champ total est toujours égal au champ inducteur plus les champs de dispersion. Le champ de dispersion, ou respectivement chacun des champs de dispersion individuels, dépendent, d'une part, de la construction de la machine; d'autre part, lorsque la charge varie, la grandeur du champ de dispersion varie exactement dans le même rapport que la réaction d'induit du courant de charge, c'est-à-dire comme la chute de tension aux bornes de la machine sans réglage, ou, en d'autres termes, dans le même rapport de réglage de l'excitation, pour maintenir constante la tension aux bornes.

Le courant de réglage engendré par le champ de dispersion doit donc nécessairement et instantanément suivre toute variation de charge de la machine, et ceci dans le même rapport de la réaction d'induit du courant de charge. Il convient donc bien pour compenser dans l'excitation l'effet produit par la réaction du courant de charge, c'est-à-dire, pour régler le champ et pour maintenir constante la tension de la machine.

Il est très intéressant de constater que, lorsqu'il s'agit d'une machine à courants alternatifs, un réglage de ce genre tient compte en même temps de l'effet de la grandeur et du déphasage du courant de charge, exactement comme dans une machine compoundée à courants alternatifs, sans qu'il soit nécessaire de recourir au courant de charge lui-même, et à l'emploi d'appareils auxiliaires spéciaux, tels que transformateurs de compoundage, commutateurs, etc., comme cela est indispensable dans tous les systèmes de compoundage. En effet, tout champ de dispersion comprend déjà, comme la réaction d'induit elle-même, l'effet combiné de la grandeur du courant de charge et de son déphasage, et le courant de réglage, qui varie dans le même rapport que le dit champ de dispersion, doit donc corriger en même temps l'effet de la grandeur et du déphasage du courant de charge. — Dans le cas où l'on veut obtenir un réglage différent pour des courants d'un déphasage différent, par exemple un réglage plus intense pour des courants en quadrature que pour des courants en phase, on peut munir la machine de dispositifs spéciaux, qui augmentent la dispersion pour des charges très déphasées, etc. — On peut, en outre, choisir à volonté le degré de réglage, de façon que la machine soit exactement réglée, comme une machine compoundée, ou bien réglée par défaut, comme une machine sous-compoundée, ou bien réglée en excès, comme une machine hyper-compoundée; ou bien encore, réglée en sens inverse, comme une machine contre-compoundée.

Le courant de réglage peut être engendré, soit dans l'excitatrice, par exemple en produisant dans la machine principale un champ de dispersion de forme telle, qu'il passe par l'excitatrice, de façon que le champ de cette dernière augmente ou diminue dans le rapport de la grandeur dudit champ de dispersion; soit dans un circuit spécial, dans lequel une force électromotrice est produite par un champ de dispersion de la machine principale. — Le réglage de la machine peut se faire en amenant le courant de réglage soit aux bobines polaires de la machine ou de son excitatrice, soit à des bobines spéciales prévues sur les pôles de la machine principale ou de son excitatrice.

Le cas le plus simple pour produire le courant de réglage dans l'excitatrice, serait réalisé par l'emploi d'un groupe dans lequel l'excitatrice serait accouplée directement à la machine principale, les deux machines étant d'une forme extérieurement semblable, c'est-à-dire deux machines ayant le même nombre de pôles, fixes ou mobiles. Il suffirait dans ce cas de relier magnétiquement les pôles correspondants des deux machines, pour qu'un champ de dispersion suffisant de la machine principale puisse passer par l'excitatrice et se superposer au champ de cette dernière, de façon à influencer l'excitation exactement dans la mesure et le rapport des fluctuations de la charge et de la réaction d'induit du courant de charge.

Toutefois, ce mode d'exécution ne serait possible que dans des cas exceptionnels. En règle générale, il s'agit, ou bien de machines excitées par une source extérieure de courant continu, excitatrice séparée, ou bien de machines dont l'excitatrice est montée directement sur l'arbre de la machine principale, mais dans ce cas les deux machines sont généralement de type tout à fait différents. Les machines à courants alternatifs sont généralement

multipolaires, à grand nombre de pôles, tandis que leurs excitatrices n'ont qu'un nombre de pôles plus restreint. En outre, l'inducteur des machines à courants alternatifs est généralement calé sur l'arbre et l'induit est fixe, tandis que les pôles de l'excitatrice sont fixes et l'induit tournant. A première vue, il semble donc impossible d'employer le mode d'exécution décrit, dans des machines avec deux champs ayant un nombre de pôles différent et dont la position relative de l'un à l'autre n'est pas même stable.

Dans tous ces cas, on peut obtenir le même résultat par un autre moyen, non moins simple que celui indiqué plus haut, qui produit dans la machine un champ de dispersion auxiliaire de forme particulière. Ce champ auxiliaire peut être employé avec n'importe quel type de machine, soit dans des machines avec une source d'excitation extérieure, soit dans des machines avec excitatrice accouplée. Dans le premier cas, le courant de réglage peut être engendré, par un dispositif très simple, dans la machine principale même; dans le second cas ce courant de réglage peut être engendré dans l'excitatrice directement par ledit champ auxiliaire se superposant au champ de cette dernière, et réglant directement le champ de l'excitatrice, indépendamment du nombre de pôles des deux machines.

CHAMP AUXILIAIRE UNIPOLAIRE

Dans ce but, on produit dans la machine un champ de dispersion auxiliaire de forme unipolaire, semblable au champ connu dans les machines dites unipolaires et qui se ferme par l'arbre, le bâti et la carcasse de la machine. Lorsque l'excitatrice est accouplée directement à la machine principale, ce champ de dispersion passe simultanément par l'induit de l'excitatrice et se superpose au champ de cette dernière.

Dans des machines normales à pôles de polarité alternante, ce champ auxiliaire unipolaire est produit en prévoyant simplement dans le système polaire une dissymétrie entre les pôles de polarités différentes, ce qui a pour effet que la réluctance magnétique et la réaction d'induit aux pôles de polarité différente devient différente. Le résultat est que les intensités des champs, aux pôles de polarité différente, deviennent différentes, et surtout que ces champs varient de façon différente, lorsqu'il se produit une variation de la charge, et par conséquent une variation de la réaction d'induit. La différence entre ces divers pôles de polarité et d'intensité différentes, donne naissance dans la machine à un champ de dispersion particulier, qui prend la forme unipolaire décrite. Le sens de ce champ de dispersion unipolaire est déterminé par la polarité des pôles d'intensité prépondérante. Sa grandeur est égale à la différence de la somme des intensités de tous les pôles de polarité différente, et elle augmente ou diminue exactement dans le même rapport que tout champ de dispersion, et comme la réaction d'induit du courant de charge.

Nous allons d'abord décrire quelques dispositifs typiques, qui montrent comment, dans des machines de forme normale, le dit champ de dispersion de forme unipolaire peut être produit.

Les figures 1, 2, 3, 4, par exemple, représentent schématiquement une machine à six pôles à courants alternatifs, avec inducteur tournant et induit fixe. Soient : A l'induit, P l'inducteur, N N N les pôles nord de l'inducteur, S S S les pôles sud, *p* les bobines inductrices, *s s* deux bagues collectrices et *b b* deux balais qui seraient reliés à la source du courant d'excitation.

Dans la figure 1, la dissymétrie de la réaction d'induit entre les pôles de polarité contraire est produite en plaçant les bobines d'excitation sur les pôles nord N N N seulement, tandis que les pôles S S S sont des pôles conséquents.

Dans la figure 2, le nombre de spires des bobines placées sur les pôles N N N est plus grand que celui des bobines excitant les pôles S S S.

Dans la figure 3, les sections des pôles N N N sont plus grandes que les sections des pôles S S S.

Dans la figure 4, la dispersion des pôles S S S est plus grande que la dispersion des pôles N N N, ce que l'on peut réaliser, par exemple, en disposant latéralement une pièce D en matière magnétique et en forme d'étoile; dans le cas particulier, cette pièce a trois bras. Cette pièce produirait un flux de dispersion aux pôles S S S, lequel passe par l'arbre de la machine. On peut réaliser nombre d'autres combinaisons. La pièce D peut éventuellement avoir une autre forme que les pièces polaires, ou bien elle peut être légèrement décalée par rapport aux axes des pièces polaires, de façon que la dispersion soit plus ou moins augmentée pour des courants en quadrature, et le réglage deviendrait différent pour des courants de déphasage différent.

La dissymétrie peut être produite également en changeant l'entrefer entre les pièces polaires et l'induit aux pôles de polarité différente. Dans les figures 2, 3, 4, par exemple, l'entrefer aux pôles N est plus grand que l'entrefer aux pôles S. Ces moyens peuvent éventuellement être employés simultanément dans des combinaisons différentes.

Dans tous les cas illustrés, l'excitation des pôles N serait plus grande que celle des pôles S. Par conséquent le champ de dispersion correspondrait au sens des pôles N, et produirait aux deux extrémités de l'arbre des pôles S S (fig. 5). Ce champ se ferme en traversant l'arbre et la partie extérieure de la machine, d'une façon analogue comme dans une machine unipolaire.

Un champ de dispersion de ce genre, dit unipolaire, peut être employé dans n'importe quel type de machine normale, pour engendrer un courant de réglage correspondant, aussi bien pour des machines sans excitatrice que pour des machines avec excitatrice accouplée, et, pour ce dernier type, indépendamment du type de l'excitatrice et du nombre de pôles de cette dernière et de la machine principale. — Lorsqu'il s'agit d'une machine

excitée par une source extérieure de courant continu, excitatrice séparée, le courant de réglage peut être engendré dans la machine principale même. Il suffit dans ce cas de prévoir sur la machine principale un circuit spécial qui, d'une façon analogue à celle réalisée, par exemple, dans les machines unipolaires à courant continu, se compose de quelques conducteurs, ou bien de groupes de conducteurs, montés en série au moyen de bagues collectrices, et dans lesquels un courant de direction constante doit être engendré dès qu'un champ unipolaire (dans notre cas le dit champ de dispersion) se forme ; ce courant peut alors être amené aux bobines polaires placées sur les pôles de la machine principale ou sur ceux de de l'excitatrice. — Lorsqu'il s'agit, d'autre part, d'une

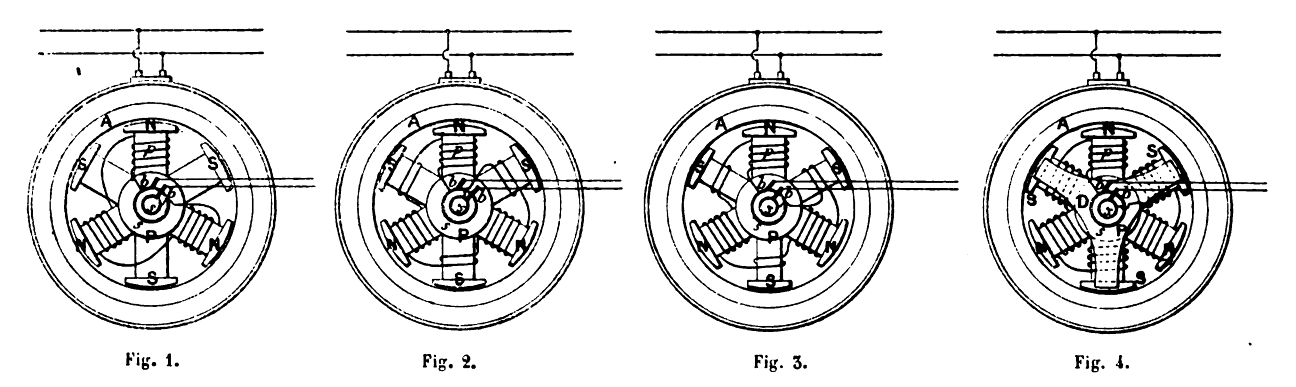


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

machine avec excitatrice accouplée directement sur le même arbre, on peut engendrer le courant de réglage directement dans l'excitatrice. Dans ce cas on peut établir entre les pôles de polarité contraire de l'excitatrice, une dissymétrie analogue à celle prévue dans la machine principale, de façon que le champ de dispersion unipolaire, produit par la machine principale, influence d'une façon différente les pôles de polarité différente de l'excitatrice et augmente ou diminue dans des limites voulues le champ total de l'excitatrice. En dimensionnant convenablement la dissymétrie décrite, on arrive aisément à faire varier le champ total de l'excitatrice proportionnellement aux variations du champ de dispersion de la machine principale, partant proportionnellement à la réaction d'induit du courant de charge, et par conséquent à faire varier dans le même rapport le courant d'excitation de la machine principale.

I. — MACHINE AVEC EXCITATION INDÉPENDANTE

Le premier cas, dans lequel le courant de réglage est produit par une induction unipolaire, est indiqué figures 5, 6, 7 et 8.

Les figures 5 et 6, ainsi que la figure 8 montrent des dispositifs dans lesquels le courant de réglage est amené aux bobines polaires de la machine principale, un dispositif qui, comme on verra dans la suite, présente, dans la plupart des cas, un intérêt moins pratique que théorique, mais qui explique le principe du procédé. Dans la

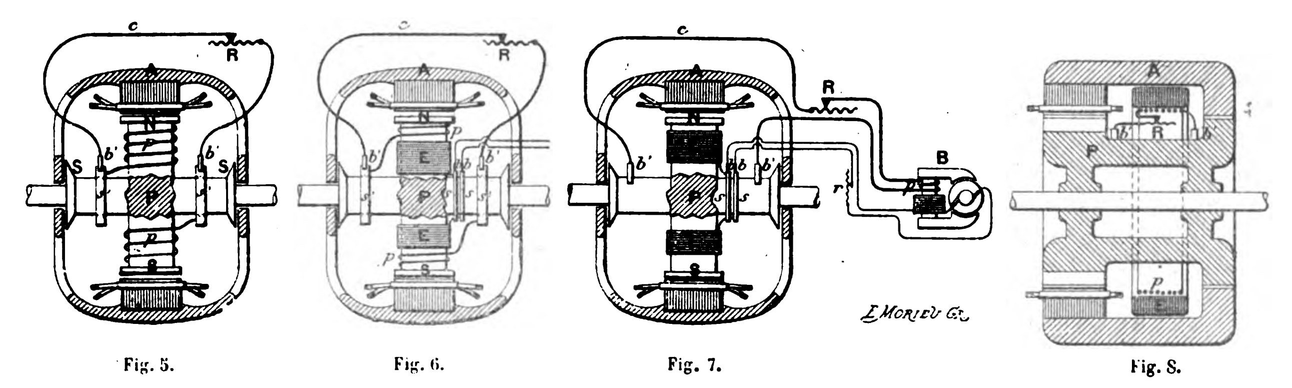


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

figure 7, d'autre part, le courant de réglage est amené aux bobines polaires de l'excitatrice.

Dans la figure 5 les bobines polaires p p, qui représentent ici en même temps le circuit régulateur, sont reliées aux deux bagues s' s', et ces dernières sont reliées entre elles par des balais b' b', le circuit extérieur c et une résistance R.

Le champ de dispersion de forme unipolaire doit engendrer dans ce circuit un courant continu qui varie proportionnellement avec la dispersion, et dont la valeur par rapport au champ de dispersion peut être fixée par la résistance R. Ce courant s'ajoutant dans les bobines polaires au courant d'excitation, doit en conséquence régler l'excitation dans le rapport de la dispersion et de la réaction d'induit du courant de charge.

Une machine comme l'indique la figure 5, du moins en

théorie, pourrait éventuellement être auto-excitatrice. Supposons, par exemple, que l'entrefer entre les pôles et l'induit soit rendu plus faible aux pôles N, et plus grand aux pôles S. Le magnétisme rémanent des pôles N serait donc toujours plus grand que celui des pôles S et produirait un champ unipolaire dans le sens des pôles N de la machine, et des pôles S aux extrémités de l'arbre. Ce champ unipolaire rémanent suffirait, lors de la mise en marche, pour engendrer dans le circuit excitateur un courant d'excitation qui renforcerait peu à peu le magnétisme rémanent et amorcerait la machine, exactement comme dans une machine à courant continu auto-excitatrice.

La figure 6 montre le même dispositif pour une machine, dans laquelle le courant d'excitation est fourni par une excitatrice séparée. Dans ce cas, le circuit régulateur n'aurait plus qu'à fournir le courant nécessaire au réglage de la tension de la machine. Les pôles porteraient simultanément des bobines excitatrices E, qui seraient reliées à une source quelconque de courant, au moyen des bagues *ss* et des balais *bb*, et des bobines de réglage *pp*, qui seraient fermées sur le circuit extérieur *c* par les bagues *s's'* et les balais *b'b'*; dans le circuit extérieur est insérée une résistance de réglage R.

L'emploi d'un champ de dispersion unipolaire, dans le but de réaliser un réglage direct, ou éventuellement l'auto-excitation du dispositif décrit, présente, à première vue, une difficulté assez sérieuse, qui résulte du fait que les forces électro-motrices engendrées par le champ de dispersion unipolaire ne peuvent naturellement être que très faibles. Bien que la puissance absorbée par l'excitation ne représente que quelques centièmes de la puissance de la machine même, il en résulterait des courants d'excitation très intenses, et la prise de courant aux balais présenterait certainement des difficultés.

La difficulté que présente la prise de courant dans les modes d'exécution (fig. 5 et 6), serait évitée si, au lieu de régler directement le champ de la machine principale, on se servait du courant de réglage pour régler le champ de l'excitatrice, comme le montre par exemple la figure 7. Dans ce cas, la puissance du courant de réglage ne représentera plus qu'une fraction de l'excitation de l'excitatrice, c'est-à-dire une valeur très faible par rapport à la puissance de la machine. Les balais *b'b'*, du moins si on veut se servir d'une seule paire de balais en série, peuvent être placés directement sur l'arbre de la machine, comme le montre la figure 7. Le courant de réglage est engendré dans le circuit *c*, formé par les balais *b'b'*, et passe ici par la bobine auxiliaire *p'*; ou par plusieurs bobines, placées sur les pôles de l'excitatrice B, et règle dans le rapport de la réaction le champ de cette dernière et de cette façon l'excitation de la machine principale.

Un champ de dispersion auxiliaire de la même forme unipolaire peut être employé naturellement dans des machines du type unipolaire, comme le montre en principe la figure 8, par exemple, et dans ces machines éventuellement, même sans prévoir d'autre modification au système polaire. En effet, dans ces machines tout champ de dispersion naturel a déjà par lui-même cette forme unipolaire. Il y a ici spécialement deux champs de dispersion, l'un à l'intérieur de la machine, l'autre à l'extérieur, passant par l'arbre. Il suffit donc de former un circuit par deux balais placés de façon que la force électro-motrice soit produite par un des champs de dispersion, pour obtenir un courant de réglage qui varie proportionnellement à la réaction d'induit du courant de charge. La figure 8 par exemple montre une forme d'exécution dans laquelle deux balais sont placés à l'intérieur de la machine et forment un circuit, dans lequel un courant de réglage est engendré par un champ de dispersion intérieur et est amené à une bobine auxiliaire *p*, placée d'une façon analogue comme la bobine excitatrice E.

Tous ces modes d'exécution avec champ de dispersion unipolaire décrits jusqu'ici, se servent de circuits auxiliaires spéciaux, dans lesquels un courant continu de réglage est engendré par induction unipolaire, et se rapportent à des machines dans lesquelles l'excitatrice n'est pas accouplée à la machine principale.

II. — MACHINE AVEC EXCITATRICE ACCOUPLÉE

Dans le second cas (fig. 9), pour des machines normales où l'excitatrice est accouplée directement à la machine principale, le dispositif devient beaucoup plus simple, lorsque l'on se sert du champ de dispersion pour influencer directement le champ de l'excitatrice. Dans ces machines, une partie plus ou moins grande du champ de dispersion, qui dépend de la construction de la machine et que l'on peut d'ailleurs encore régler par un dispositif approprié, doit se superposer au champ de l'excitatrice. On peut donc, comme il a été expliqué plus haut, prévoir dans cette machine une dissymétrie semblable à celle de la machine principale, pour que le champ de l'excitatrice varie dans le même rapport que la dispersion et la réaction d'induit de la machine principale. Lorsque la réaction du courant de charge augmente, le champ de l'excitatrice sera renforcé; si elle diminue, le champ de l'excitatrice diminuera, et toutes les fluctuations de la réaction d'induit seront exactement compensées dans l'excitation de la machine principale. Il suffit pour cela de prévoir une dissymétrie entre les pôles de différente polarité, sur la machine principale et éventuellement en même temps sur l'excitatrice.

Dans la figure 9, l'excitatrice est montée sur l'arbre de la machine, à l'intérieur des paliers. La machine principale a 6 pôles et le bobinage polaire correspond à celui de la figure 2. L'excitatrice est à 4 pôles, et la dissymétrie entre les pôles N et S sera la même, comme on le voit dans la figure 9 *a*. Toute variation du champ de dispersion de la machine principale dans l'un ou l'autre sens produit une variation proportionnelle du champ de l'excitatrice et engendre, dans cette dernière, un courant

de réglage qui corrige l'excitation, selon la grandeur et le sens des variations de la charge. Ce mode d'exécution, ou un dispositif analogue, peut être employé dans tous les cas où une corrélation magnétique peut être établie entre les deux machines, en d'autres termes, où l'excitatrice est montée sur l'arbre de la machine principale,

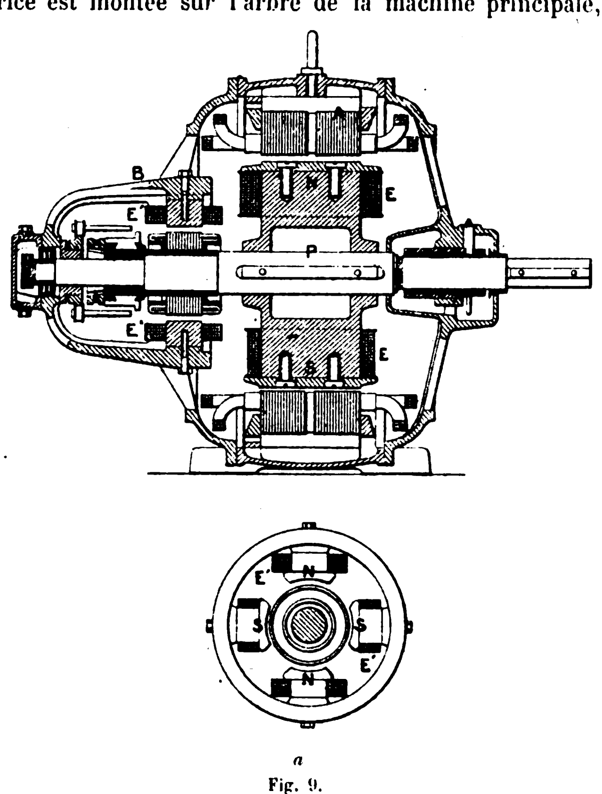


Fig. 9.

soit à l'intérieur des paliers, soit à l'extérieur. Dans le dernier cas, la plaque de fondation commune suffit pour fermer le circuit magnétique des champs de dispersion communs aux deux machines, et il sera seulement nécessaire d'augmenter un peu la dispersion de la machine principale, en faisant la dissymétrie dans les machines un peu plus accentuée.

DIVERSES MÉTHODES DE RÉGLAGE

Différents résultats essentiellement avantageux au point de vue pratique peuvent être réalisés par une certaine modification dans l'application du système. Dans cette modification, nous produisons dans la machine également un champ de dispersion unipolaire, mais de direction inverse à la réaction d'induit du courant de charge. Un tel champ varie par conséquent en sens inverse de la réaction d'induit, c'est-à-dire, il diminue quand la charge augmente, ou quand le courant de charge est inductif, décalé en arrière, mais il augmente quand la charge diminue, ou quand le courant de charge est déphasé en avance sur la tension. Nous employons également ce champ pour régler l'excitation de la machine, mais de telle façon que l'effet de réglage dans l'excitation est également en sens inverse. Par conséquent, le résultat quant au sens du réglage revient au même, et l'excitation augmente lorsque la charge augmente, et réciproquement. Au fur et à mesure que la réaction d'induit augmente, ce champ auxiliaire de sens négatif diminue, jusqu'à passer par une valeur nulle correspondant à une certaine valeur de la réaction d'induit, pour changer ensuite de direction, lorsque la réaction d'induit augmente encore, et s'ajouter à l'excitation de la machine. L'excitation normale de la machine doit être établie de façon à coïncider avec la charge pour laquelle le champ auxiliaire passe par sa valeur nulle.

Expliquons ce procédé à l'aide de la figure 2 ou 9. Supposons que l'entrefer aux pôles N soit plus grand que celui des pôles S, et qu'en même temps le nombre de spires de l'excitation des pôles N soit plus grand que celui des pôles S, mais pas dans le même rapport que les entrefers, mais seulement autant que, pour la marche à vide, c'est-à-dire, pour une réaction d'induit nulle, l'excitation des pôles S soit plus élevée que celle des pôles N. Pour la marche à vide d'abord, il en résulterait dans la machine un champ de dispersion auxiliaire dans le sens des pôles S, c'est-à-dire, un champ de forme unipolaire avec les pôles N aux extrémités de l'arbre. Comme il a été dit, le nombre de spires de l'excitation aux pôles S est moindre que celui des pôles N. Par conséquent, la réaction d'induit aux pôles S sera plus forte qu'aux pôles N. Le champ auxiliaire qui correspond aux aux pôles S diminuera dès que la charge augmente. Pour une certaine charge, l'intensité des pôles S et des pôles N sera le même, et le champ auxiliaire deviendra nul, et, finalement, lorsque la charge continuera à augmenter, l'intensité des pôles N sera prépondérante, le champ auxiliaire changera de direction et son effet de réglage s'ajoutera à l'excitation de la machine.

Le champ de réglage passera donc, avec l'augmentation de la charge de la machine, successivement d'une valeur négative maxima à une valeur nulle, et de là à une valeur positive maxima. L'excitation normale devra dans ce cas être réglée de façon à correspondre à la charge pour laquelle le champ et le courant de réglage sont nuls. En dessous de cette charge, le courant de réglage diminue l'excitation; au-dessus, il augmente l'excitation de façon que, de la marche à vide jusqu'à la pleine charge, l'excitation totale augmente continuellement dans le même rapport que la réaction d'induit, exactement comme dans l'application normale du système décrit plus haut.

Ce dispositif a, d'une part, l'avantage de permettre une bonne utilisation du matériel dans la machine. La valeur maxima du courant et du champ de réglage, dans l'un ou l'autre sens, ne sera plus que la moitié de sa valeur antérieure, et par conséquent on peut choisir ces valeurs de façon qu'elles deviennent relativement faibles pour la marche normale de la machine; d'autre part, on arrive, par ce procédé, à un résultat d'une très grande importance au point de vue pratique, c'est de rendre les machines plus ou moins insensibles à une charge avec courants *déphasés en avance.*

Dans toutes les méthodes connues de compoundage ou de réglage automatique pour machines à courants alternatifs, l'effet le plus nuisible à la bonne marche des machines est celui produit par des courants déphasés en avance sur la tension. Comme, dans une machine compoundée, contrairement à ce qui a lieu pour une machine normale, un courant déphasé en arrière doit produire un renforcement du champ, un courant déphasé en avance sur la tension doit avoir l'effet contraire, et produire un affaiblissement du champ, affaiblissement qui augmente d'autant plus vite que la saturation magnétique du champ diminue en même temps. On peut constater, pour cette raison, que toute machine compoundée à courants alternatifs perd très rapidement son champ et décroche, dès qu'elle est chargée avec des courants déphasés en avance sur la tension.

Ceci ne peut se produire avec le dispositif décrit. Un courant en avance sur la tension aurait pour conséquence d'augmenter d'abord le champ de dispersion négatif, qui, jusqu'ici, atteignait à sa valeur maximum pour la marche à vide; en d'autres termes, il renforcerait l'effet du réglage en sens inverse produit par ledit champ de réglage négatif, et produirait donc ici, il est vrai, d'abord également un affaiblissement du champ de la machine. Toutefois, cet affaiblissement du champ ne pourrait dans notre cas jamais atteindre une valeur dangereuse, car l'augmentation du champ de dispersion négatif est limitée par l'augmentation de l'induction du fer et la saturation magnétique de ce champ. Des courants plus ou moins intenses déphasés en avance produiraient donc seulement une augmentation plus ou moins faible de ce champ de dispersion, et, par conséquent, une diminution plus ou moins faible de l'excitation, de sorte que la machine ne pourrait, dans aucun cas, décrocher. Pour la charge normale, la saturation variable du champ de dispersion négatif présente en outre l'avantage de compenser plus ou moins l'effet en sens inverse de la saturation du champ principal, le réglage devient ainsi égal à toutes charges. On peut aller encore plus loin, en dimensionnant la dissymétrie, de façon à obtenir un champ de dispersion constamment négatif, qui, pour toute charge, produirait un effet inverse sur l'excitation La valeur maxima de ce champ de dispersion négatif correspondrait alors à la marche à vide, ou plutôt à une charge avec des courants déphasés en avance sur la tension, tandis que la valeur de ce champ tendrait vers zéro pour la charge inductive normale ou pour une certaine surcharge. Sans parler des avantages énumérés ci-dessus, on obtiendrait ce résultat, que l'utilisation du matériel serait maxima pour la marche à pleine charge inductive ou pour une certaine surcharge.

RÉSUMÉ

Les différents dispositifs peuvent être appliqués en principe à toute machine, aussi bien à des machines à courant continu qu'à courants alternatifs ou tout autre genre de courant, soit synchrones ou asynchrones. Dans les machines à courants alternatifs ils tiennent compte en même temps de la grandeur et du déphasage du courant de charge, en corrigeant essentiellement l'effet de la réaction d'induit du courant de charge, indépendamment de sa grandeur et de son déphasage.

Comparée à d'autres procédés de réglage automatique ou de compoundage, l'innovation présente l'avantage de ne pas recourir à l'emploi du courant de charge lui-même, et par conséquent de ne pas nécessiter d'appareils auxiliaires, tels que transformateurs, commutateurs, etc.

Un avantage spécial, au point de vue pratique, est que le dispositif peut facilement être appliqué à toute machine normale avec excitatrice accouplée. A. HEYLAND.

PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES

A TRÈS HAUTES TENSIONS

Pendant le Congrès de l'*Association électrotechnique italienne* qui s'est tenu récemment à Milan, M. E. Jona, président de l'Association, et ingénieur-électricien de la maison Pirelli et C[ie], a fait dans le Stand de cette maison, à l'Exposition de Milan, des expériences à très hautes tensions sur des câbles et des lignes aériennes isolées, expériences qu'il a bien voulu résumer pour nous dans une Note que nous publions ci-dessous.

« Nous avons monté, pour ces expériences, un transformateur de 150 kilowatts que nous avons étudié et fait construire dans les usines de MM. Pirelli et C[ie], et dont le primaire, enroulé pour 160 volts, était alimenté par le courant de la ville. Le secondaire du transformateur est formé par deux groupes de bobines, que l'on peut coupler en série, en atteignant ainsi une tension totale de 320 000 volts, ou bien en quantité, pour une tension de 160 000 volts. Un voltmètre électrostatique de notre système (1) permettait de mesurer directement des tensions jusqu'à 200 000 volts: pour des tensions plus élevées, on pouvait relier le voltmètre à l'une des bornes du secondaire du transformateur et au milieu de l'enroulement secondaire; on lisait ainsi la moitié de la tension totale.

« On avait installé dans le stand Pirelli deux bobines de câble pour très hautes tensions de 120 m de long. La section du câble, représentée en grandeur naturelle dans la figure 1, est du type à couches diélectriques diverses, partie en caoutchouc, partie en papier, recouvert extérieurement de plomb, décrit par nous lors du Congrès de Saint-Louis (2).

« Un des bouts de chacune de ces bobines était relié

(1) E Jona, Voltmètre électrostatique pour 200 000 volts. *Atti Associaz. Elett. italiana*, 9 juin 1905. — Voy. aussi G. Semenza, An Italian Electrical Laboratory. *Elect. World and Eng.*, March 11, 1905,

(2) E. Jona, Insulating materials in High Tension Cables. *Trans. of the Intern. Congress of St-Louis*, 1904, vol. II, p. 550. — Voy. *L'Industrie électrique*, 10 et 25 décembre 1904.

respectivement aux bornes du transformateur couplé en quantité : les deux autres bouts allaient aux extrémités de dix tubes à vide, montés en série, façonnés de manière à former les mots « 150 000 volts ». Un condensateur formé de deux disques de cuivre séparés par un disque d'ébonite, dont les armatures métalliques pouvaient être plus ou moins éloignées (de 15 à 20 cm) était intercalé en série dans le circuit des tubes à vide, pour régler le courant à travers ces tubes et leur luminosité ; car les dix tubes ne pouvaient pas absorber toute la tension à laquelle était porté le câble. Les deux bobines de câble faisaient ainsi partie d'une ligne électrique qui fonctionnait couramment à 150 000 volts.

« Quelques échantillons de ce câble, de 5 à 6 m de long furent ensuite essayés jusqu'à perforation. On a dû pour cela préparer très soigneusement les bouts de ces pièces pour éviter les décharges superficielles. La figure 2 donne une idée de ce dispositif ; on a commencé par enlever le plomb extérieur sur une longueur de 1,5 m ; on a ensuite coulé sur l'isolant mis à nu des blocs de matières résineuses, en interposant des pièces en porcelaine. On a essayé ainsi successivement trois échantillons de câble que l'on reliait au transformateur. La tension, réglée au moyen d'un rhéostat intercalé sur le primaire, était graduellement augmentée. Ces échantillons furent perforés respectivement à 208 000, 202 000, 210 000 volts, appliqués entre le conducteur et le plomb de chaque pièce. Ces chiffres correspondent à une rigidité diélectrique bien élevée, car le conducteur a un diamètre de 18 mm environ, et le diamètre total sur l'isolement est de 48 mm, soit une épaisseur isolante totale de 15 mm.

« Il faut remarquer que le câble de cuivre du conducteur est couvert dans ces types de câbles par un tube de plomb qui a pour but de rendre le conducteur parfaitement rond, ce qui, d'après les considérations développées par nous dans une lecture faite à Saint-Louis, peut donner une diminution du gradient du potentiel dans la toute première couche diélectrique, de 20 à 30 centièmes et même davantage.

« On a essayé aussi la perforation de quelques échantillons du câble que la maison Pirelli et Cie a posé récemment à travers le lac de Garde pour mener le courant triphasé à 13 000 volts de la station génératrice (6000 kilowatts) du Ponale à Rovereto. Ce câble, représenté figure 3 en grandeur naturelle, offre quelques particularités intéressantes. Le conducteur câblé de 75 mm² de section est couvert d'un tube de plomb isolé par des couches de caoutchouc d'une épaisseur totale de 5,5 mm. Suit une couche de gutta-percha de 1,2 mm d'épaisseur destinée à assurer une imperméabilité parfaite au diélectrique. Le conducteur ainsi isolé est ensuite recouvert d'un matelas de jute tanné et armé avec 18 fils d'acier de 3 mm de diamètre. Le câble est simple — trois câbles semblables forment une ligne pour le courant triphasé. Pour s'opposer aux phénomènes de self-induction considérables dans une ligne formée de 3 câbles armés en fer, chaque fil d'acier est séparément recouvert d'un guipage en chanvre tanné. On a ainsi augmenté énormément les reluctances et les résistances électriques transversales, et la diminution de tension due à la self-induction a été ainsi réduite, d'après nos expériences, au même ordre

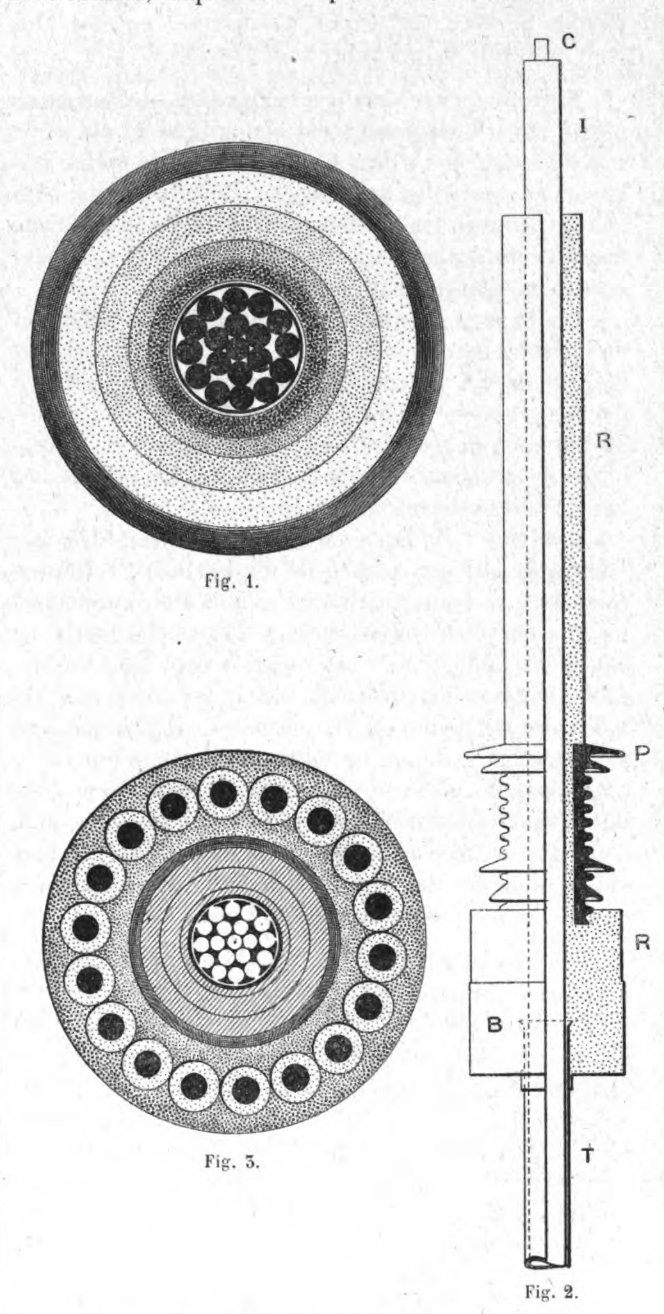


Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

de grandeur que celle due à la résistance ohmique. Comme ces deux pertes de tension ne sont pas en phase, leur résultante est moindre que leur somme algébrique, et devient négligeable en pratique.

« Les échantillons de ce câble étaient préparés en enlevant l'armature et le matelas de jute aux deux bouts sur une longueur de 1,2 m. On ne pouvait pas, dans ce cas, faire les coulées en matières résineuses, à cause de la gutta-percha extérieure.

« Une des bornes du transformateur était attachée au conducteur, l'autre à l'armature extérieure. On a pu

ainsi élever la tension graduellement jusqu'à 100000 A et maintenir cette tension sur le câble De fortes étincelles éclataient entre l'armature et le conducteur, glissant le long de la surface de l'isolant, mais le câble n'a pas été perforé. La tension n'a pas été poussée plus haut par suite de ces étincelles extérieures.

« *Expériences sur des lignes aériennes.* — Nous avons monté dans le jardin adjacent au pavillon Pirelli et Cie une ligne aérienne à deux fils, portée par de grands isolateurs en porcelaine de la maison Richard Ginori; c'est le type le plus grand fabriqué actuellement par cette maison pour des tensions de ligne de 60000 v, ils sont essayés en fabrique à 160000 v.

« Ces isolateurs à quatre cloches ont 40 cm de haut et un diamètre maximum de 32 cm. Les fils de ligne étaient éloignés de 1,6 m l'un de l'autre et étaient constitués par des câbles en cuivre de différentes sections : 20-40-80-100 mm², dans le but de montrer l'influence du diamètre du câble sur l'aspect de l'effluve. Les expériences ont été faites pendant la nuit.

« A 50000 v, la ligne de 20 mm² donnait déjà des effluves, tandis que pour celle de 100 mm², l'effluve a commencé seulement à 100000 v; on a élevé successivement la tension à 150000-200000-250000-280000 v. Le sifflement de la ligne à cette tension était très considérable; des flots d'effluves jaillissaient de toute part, de la ligne, des isolateurs, etc. Le champ électrostatique était si intense partout que de toute masse métallique isolée on pouvait tirer des étincelles, et des tubes de verre vidés d'air, sans électrodes, devenaient lumineux dans toute l'enceinte destinée aux expériences. A 290000 v, un arc, jailli de l'un des isolateurs, mit le feu à un des supports en bois, ce qui mit fin aux expériences.

« *Spinteromètre rotatif.* — Nous avons fait une autre expérience assez brillante. Le transformateur, dont la tension était réduite à 80000-90000 v, chargeait une batterie de condensateurs. Sur l'arbre d'un moteur triphasé on avait monté deux disques en ébonite de 25 cm de rayon à la distance de 250 mm l'une de l'autre. Les disques portaient à la périphérie deux anneaux en bronze sur lesquels étaient fixés deux rayons en fil de fer recourbé aux extrémités. La batterie de condensateurs était reliée à ces anneaux. L'étincelle qui éclatait entre les extrémités des fils de fer distantes de 10 cm l'une de l'autre était soufflée par le vent produit par la rotation. Les pointes des fils de fer était à 50 cm de l'axe et le moteur tournait à 1200 t:m, la vitesse au point où éclatait l'étincelle était de 60 m:s. On voyait dans l'obscurité un cercle de brillantes étincelles de 10 cm de long tournant lentement en sens inverse de celui du moteur. La vitesse angulaire apparente du cercle d'étincelles correspondait au glissement du moteur asynchrone triphasé actionnant le spinteromètre. Il va sans dire que ces étincelles très puissantes et très bruyantes n'étaient pas en bonne relation d'amitié avec les installations de radiotélégraphie de l'exposition.

« Rappelons, en terminant, que le voltmètre électrostatique à lecture directe pour 200000 v qui nous a servi mesure l'attraction exercée par un plateau inférieur fixe relié à un des pôles du transformateur sur un petit plateau supérieur mobile relié à l'autre pôle. L'appareil est rempli d'huile de paraffine. Le plateau supérieur a 50 mm de diamètre et il se trouve à 280 mm de distance du plateau inférieur. La force attractive exercée à 200000 v sur le plateau supérieur est de 23 g. Nous ne sommes pas encore très familiarisés avec cette idée que l'attraction développée par des forces électrostatiques sur un petit plateau de 20 cm² est relativement si considérable. »

E. JONA.

RIGIDITÉ ÉLECTROSTATIQUE

DES LIQUIDES EN COUCHE MINCE ENTRE DES ÉLECTRODES DE PLATINE IRIDIÉ

La tension nécessaire pour produire une décharge électrostatique à travers une couche mince (0 à 10 microns) d'un liquide isolant vient de faire l'objet d'une étude de M. P.-E. SHAW, présentée à la *Physical Society* de Londres ces jours derniers, et reproduite dans le *Philosophical Magazine* d'octobre 1906. Sans décrire la

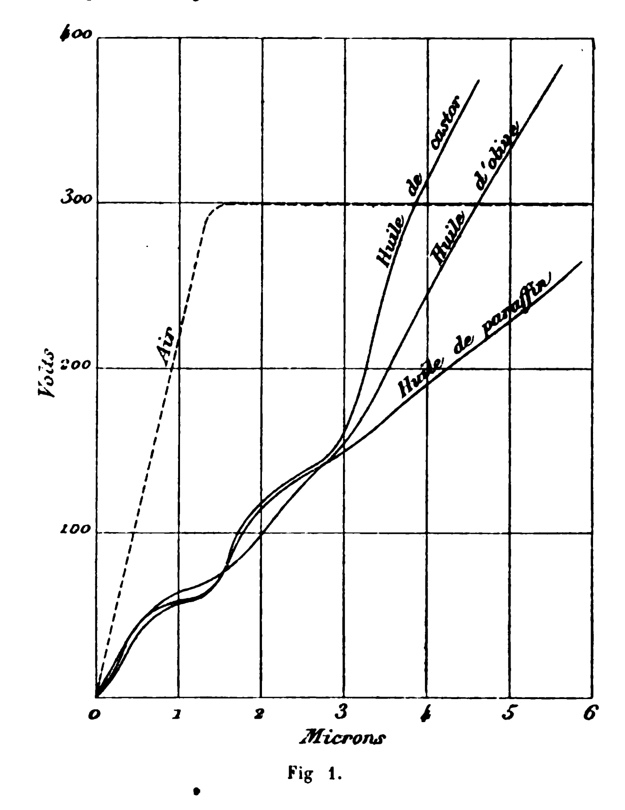


Fig 1.

méthode employée par l'auteur, nous croyons utile d'indiquer les résultats obtenus qui présentent un certain intérêt



pratique pour la construction des interrupteurs et des transformateurs.

Les liquides employés étaient des isolants commerciaux mis en contact par agitation avec du carbonate de potassium, filtrés, chauffés à 110° C pendant plusieurs heures et conservés dans des flacons bouchés à l'émeri jusqu'au moment des essais. En effet, l'eau, les acides et les alcalis détruisent les propriétés isolantes des huiles,

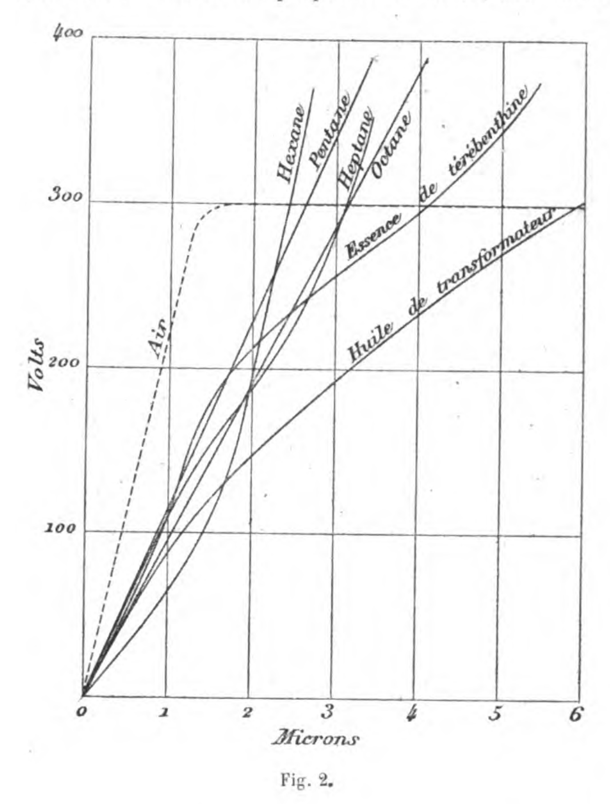


Fig. 2.

et Skinner a montré que 2 centièmes d'eau suffisent pour réduire de moitié la rigidité électrostatique d'une huile de transformateur.

Les isolants liquides expérimentés sont les suivants :

Huiles végétales : huile d'olive, de ricin, de lin, de colza. Essence de térébenthine, *fusel* et huile de résine.

Huiles animales : huile de foie de morue, de pieds de bœuf.

Huiles minérales : huile de paraffine, huile de transformateur.

Hydrocarbures : Pentane (C^5H^{12}), hexane (C^6H^{14}), heptane (C^7H^{16}), octane (C^8H^{18}).

Vernis : armacell, ohmaline, sterling.

Comme l'ont trouvé les expérimentateurs pour les décharges gazeuses, la distance disruptive est une mesure incertaine soumise à l'influence des substances flottantes solides ou floconneuses, de minuscules bulles d'air, de l'eau des acides, des alcalis ou des sels produits par électrolyse.

Certains liquides peuvent être grossièrement représentés par des lignes droites en portant les distances en abscisses et les tensions en ordonnées ; d'autres fournissent des courbes irrégulières. Les résultats sont résumés figures 1, 2 et 3. La courbe relative à la rigidité électrostatique de l'air est donnée comme référence.

Les rigidités à l'origine dépendent de la nature du métal constituant les électrodes. La tension linéaire initiale dans l'air est d'environ 200 volts par micron pour des électrodes en platine iridié. Pour des électrodes en platine. Hobbs a trouvé une rigidité électrostatique linéaire de 160 volts par micron.

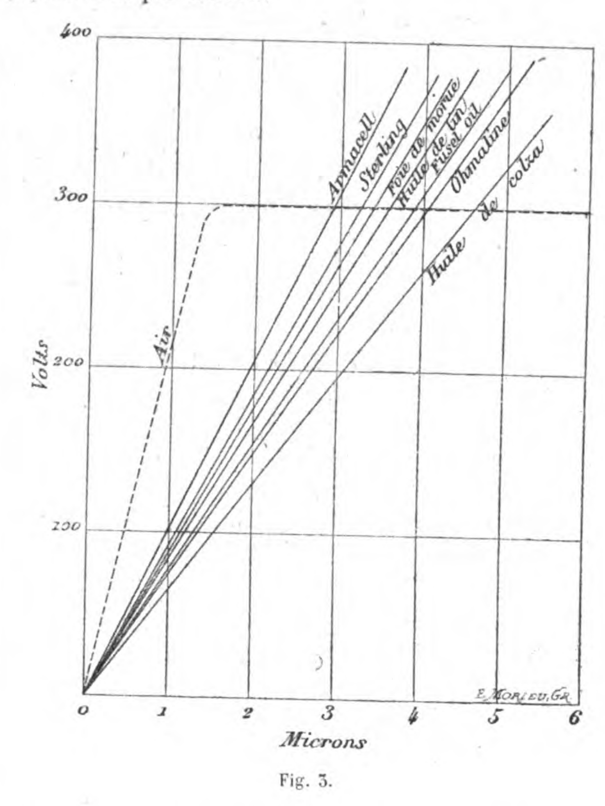


Fig. 3.

Résultats. — 1° Les liquides isolants ne diffèrent pas beaucoup les uns des autres au point de vue de leur rigidité électrostatique, qui, pour une tension comprise entre 25 et 400 volts, varie de 70 à 110 volts par micron, bien que certains liquides paraissent avoir une rigidité électrostatique plus faible;

2° Certains liquides, tels que l'huile de ricin, l'huile d'olive et la paraffine, ont une variation particulière de leur rigidité électrostatique pour des distances comprises entre 1 et 2 microns (fig. 1);

3° Tous les liquides ont une rigidité électrostatique plus grande que celle de l'air pour des différences de potentiel plus grandes que 300 volts; au-dessous de 300 volts, les liquides sont moins électro-rigides;

4° Les résultats obtenus pour une série d'hydrocarbures homogènes ne semble pas indiquer de relation simple entre la composition et l'électro-rigidité : les différences peuvent être aussi bien attribuées aux impuretés accidentelles qu'aux qualités spécifiques des liquides, mais ces substances simples ont une grande rigidité, et il se peut que la simplicité de la composition contribue à cette rigidité ;

5° Tandis que les gaz donnent toujours une portion

horizontale relative à leur courbe de rigidité, il n'y a pas de forme semblable dans les courbes des liquides pour les tensions comprises entre 25 et 400 volts, sauf dans la région de 60 volts pour l'huile de ricin, l'huile d'olive et la paraffine;

6° On n'entrevoit pas de relation simple entre la rigidité électrostatique et la capacité inductive spécifique des liquides;

7° Ces résultats se réfèrent à des températures comprises entre 15 et 18°C.

L'INCINÉRATION DES ORDURES

A BRÜNN[1]

C'est en 1876 que fut installée en Angleterre la première usine destinée à l'incinération des ordures d'une ville. A cette époque, on ne songeait guère à utiliser la chaleur produite par l'incinération, on se contentait de se débarrasser facilement des détritus.

Ce n'est qu'en 1890 que l'on songea à utiliser cette chaleur en l'employant à actionner des génératrices électriques. A partir de ce moment de semblables installations se répandirent en Angleterre et en Allemagne, notamment à Hambourg, Cologne et Berlin.

La première question pour une ville est de se rendre compte si ses détritus peuvent être incinérés seuls sans addition de combustible. Depuis 1900, la municipalité de Brünn a chargé M. le Dr Hoering de procéder à des essais. M. Hoering a comparé les ordures recueillies à Brünn, à celles des villes de Berlin et de Hambourg, dans lesquelles sont installées des usines d'incinération. Il a trouvé que les ordures de Brünn sont encore plus combustibles que celles de ces deux autres villes, et que, comme dans ces dernières, elles sont plus combustibles pendant l'été que pendant l'hiver.

Afin d'avoir des données absolument pratiques, on installa à l'usine à gaz de Brünn un four du système Horsfall employé à Hambourg, et les résultats de cet essai furent très satisfaisants.

Sur ces entrefaites, comme diverses villes allemandes avaient procédé à des essais avec des fours du système Custodis, de Vienne, et que ceux-ci avaient donné des résultats supérieurs à ceux du système Horsfall, la municipalité s'adressa à la maison Custodis, qui entreprit d'essayer l'incinération des ordures de Brünn dans une installation qu'elle possède à Cologne. En effet, en 1904, 5 wagons d'ordures furent expédiés de Brünn à Cologne.

L'installation d'essai était formée de 4 chambres d'incinération de 0,8 m² de surface, avec une plaque de foyer complètement fermée du côté où tombent les cendres, avec des parois latérales en fonte et en maçonnerie de chamotte. Ces chambres étaient desservies par deux portes situées l'une au-dessus de l'autre, tandis que les gaz de la combustion s'échappaient par la partie inférieure de la face opposée et se rendaient à une chaudière à tubes d'eau de 30,8 m² de surface de chauffe, placée immédiatement derrière la paroi. L'arrivée de l'air sous pression destiné à la combustion se faisait par des ouvertures dans la grille à l'aide d'un ventilateur électrique de 3 kw. Le four d'incinération était, au commencement de l'essai, à 8h 30m du matin absolument froid; il fut chauffé avec du bois et du lignite et à 9h 50m, on commença à l'alimenter avec des ordures.

On procéda à deux essais, l'un pour déterminer la puissance d'ordures brûlées en kg:h, et l'autre pour déterminer l'eau vaporisée en kg d'eau par kg d'ordures.

1° *Essai.* — De 9h 50m à 2h de l'après-midi on a brûlé 7000 kg d'ordures, soit 400 kg par heure et m² de grille. Les résidus pesaient 2900 kg, représentant 41,5 centièmes. La température des gaz derrière le four a été de 1080° à 1280° C. Par la cheminée de 25 m de hauteur il sortait une légère fumée blanche.

2° *Essai de vaporisation.* — L'eau d'alimentation était à 45° C, et les gaz à 1050° en moyenne. La teneur de la fumée en acide carbonique de 16 centièmes. On a vaporisé 1,14 kg d'eau par kg d'ordures, la vapeur étant à la pression de 9 kg:cm².

Quand un four était chaud, l'incinération des ordures continuait sans ajouter la moindre trace de combustible, Comme la température des gaz à la sortie de la chaudière était de plus de 425° C, ils n'avaient pas été utilisés complètement, et on pouvait s'attendre à un résultat encore meilleur dans un autre essai.

Les ordures incinérées consistaient en 1 partie de détritus des marchés, 2 parties de détritus des rues, et 12 parties d'ordures ménagères provenant des divers quartiers de la ville.

A la suite de ces expériences la ville de Brünn décida l'érection d'une usine municipale d'incinération, située à proximité de l'usine municipale d'électricité.

L'usine de Brünn est la première grande installation où l'on ait appliqué le système Custodis, de Vienne; elle est destinée à incinérer 52,5 tonnes d'ordures par jour; elle comporte essentiellement comme l'indique la coupe (fig. 1), un élévateur pour les ordures, un bâtiment pour les fours et les machines et une installation pour pulvériser le mâchefer.

Les ordures sont amenées à l'usine au moyen de voitures fermées, que l'on déverse dans une sorte d'entonnoir. A la partie inférieure de cet entonnoir, les détritus sont saisis par deux roues et réparties uniformément sur la bande du transporteur qui se trouve au-dessous.

Le transporteur est établi de manière à pouvoir transporter 4000 kg d'ordures par heure; il est actionné par courroie par un moteur triphasé de 5,5 kw à 110 volts, à 900 t:m. Les ordures sont amenées par le transporteur

[1] S. Bourdot, *Elektrotechnische und Polytechnische Rundschau.*

à une chambre de dépôt de 126 m³. De cette chambre, elles sont amenées à la main au moyen de râteaux à l'appareil de distribution des divers fours.

Le four d'incinération est constitué par 7 chambres séparées, construites en fer et chamotte, complètement indépendantes les unes des autres. Chacun des compartiments a sur sa face avant en fonte, 4 portes dont les 2 supérieures servent à la conduite du feu. Lors de l'enlèvement du mâchefer, les 4 portes sont ouvertes.

Les 7 chambres d'incinération sont placées sur le

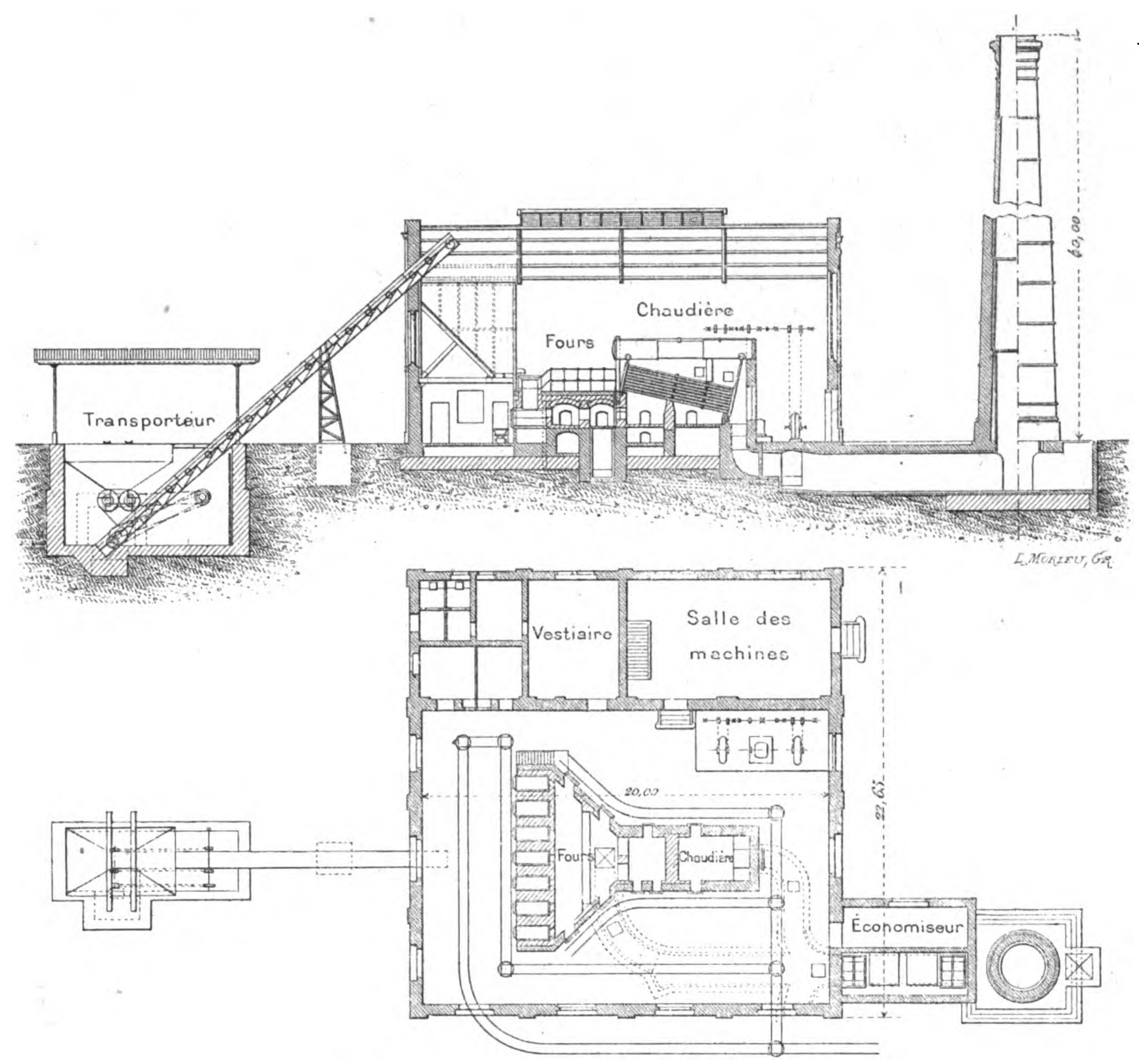


Fig. 1. — Élévation, coupe et plan de l'usine d'incinération des ordures de Brünn.

même alignement, chacune d'elles est munie d'une grille en fonte fermée de 3 barreaux spéciaux, chaque grille a une longueur de 1,65 m et une largeur de 0,65 m, la surface active de chaque grille après fermeture des portes est de 1 m² environ.

L'incinération se fait au moyen d'air sous une pression d'environ 350 mm d'eau; à cet effet, chacun des barreaux de la grille est creux et communique à la partie inférieure avec une conduite d'air sous pression placée à la partie inférieure des chambres de combustion et ayant un diamètre de 35 cm, et porte à la partie supérieure des ouvertures au nombre de 40 (4 séries de 10) qui laissent passer l'air sous pression. Les ouvertures ont environ 567 mm², de sorte que la grille entière d'une chambre a une surface de passage d'air de 22,7 cm², c'est-à-dire environ 27 pour 100 de la surface totale.

Les deux parois latérales de chaque chambre de combustion sont garnies à mi-hauteur de plaques de fonte de 25 mm d'épaisseur, afin de protéger la cloison en chamotte lors du piquetage pour l'enlèvement des mâchefers.

Dans chaque chambre on peut incinérer 7500 kg par jour de détritus, ce qui correspond en moyenne à l'incinération de 313 kg par heure et par m² de surface de grille.

En arrière des chambres d'incinération se trouvent deux autres chambres également construites en maçonnerie de chamotte, qui servent de chambres de combustion et qui ont le double but : 1° de permettre de brûler

complètement les parcelles de détritus entraînées; 2° de permettre à la suie entraînée de se déposer. Des portes latérales permettent d'enlever la suie au moyen de râteaux, même pendant le fonctionnement.

Le plafond de ces chambres de combustion forme la plateforme sur laquelle sont disposées les installations pour la charge des foyers. Pour deux chambres d'incinération il y a une installation commune (fig. 2), la septième chambre ayant une installation particulière.

Après la deuxième chambre de combustion est installée une chaudière à tubes d'eau, système Babcok et Wilcox,

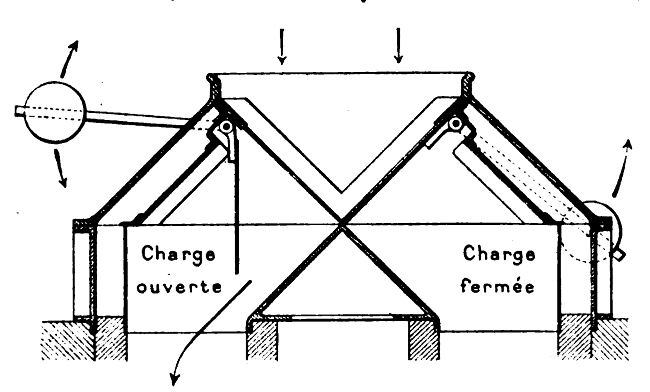


Fig. 2. — Trappe de charge des chambres de combustion.

construite par la fabrique de machines de Brünn. Au sortir de la chaudière les gaz se rendent à la cheminée de 40 m de hauteur, ayant un diamètre libre de 2,5 m à la base et de 1,5 m à la partie supérieure. La chaudière est en outre munie d'une grille de 4,7 m² de surface de chauffe, afin de pouvoir être desservie indépendamment de l'usine d'incinération. On peut de même desservir l'usine d'incinération sans mettre en marche la chaudière.

L'air comprimé arrivant dans les chambres d'incinération (sous une pression de 350 mm d'eau) est envoyé par deux ventilateurs actionnés par courroies au moyen d'un moteur triphasé de 19 kw à 2200 v. L'un des ventilateurs tourne à une vitesse de 1900 t : m et débite 105 m³ d'air par minute et le deuxième à la vitesse de 2000 t : m débite 150 m³ d'air par minute.

Le plus grand des ventilateurs fonctionne lors de la mise en marche et l'autre pendant le service normal.

La vapeur fournie par la chaudière actionne une turbine à vapeur du genre Parsons, construite par la fabrique de machines de Brünn, de 220 kw, tournant à une vitesse de 3000 t : m et actionnant un alternateur triphasé compound (système Danielson) construit par la Société autrichienne Siemens-Schuckert.

Cet alternateur a les caractéristiques suivantes :

Tension composée, en v.	2200
Courant par fil, en A	164
Puissance apparente, en kv-A	510
Nombre de pôles	2
Fréquence en périodes par seconde	50
Puissance maximum, en kw, pour cos φ = 1	351

L'excitatrice fournit 150 A sous une tension de 55 v.

La dépense de vapeur garantie du groupe complet pour une charge sans induction est :

Pour 220 kwh- de 10,9 kg : kw (vapeur saturée à la pression de 9 kg : cm²).

Pour 110 kw-h de 12,75 kg : kw (vapeur saturée à une pression de 9 kg : cm²).

Pour 220 kw-h de 9,8 kg : kw (vapeur à une pression de 9 kg : cm² surchauffée à 300°).

Pour 110 kw-h de 11,4 kg : kw (vapeur à une pression de 9 kg : cm² surchauffée à 300° C).

Les essais de réception de ce groupe n'ont pas encore été exécutés.

L'alternateur est branché sur les barres générales de l'usine municipale d'électricité située à une distance de 300 m; c'est-à-dire que l'alternateur est mis en parallèle avec ceux de la station centrale. Les appareils de couplage sont installés dans cette station et, pour faciliter ce couplage, on peut, de la station, faire varier la vitesse du groupe du bâtiment d'incinération en agissant par l'intermédiaire d'un relais sur le poids dont est chargé le régulateur de la turbine.

Dans le circuit de l'alternateur est établi un fréquencemètre de la maison Hartmann et Braun, qui sert en même temps d'indicateur de synchronisme. L'éclairage et tous les moteurs de l'usine d'incinération sont branchés sur la station centrale. Tous ces appareils peuvent être mis en service, même quand l'usine d'incinération ne fonctionne pas.

Des essais officiels ont eu lieu le 25 août 1905, pour la détermination de la vaporisation : on a trouvé 1,11 kg d'eau vaporisée par kg de détritus.

Pendant cet essai qui a duré 9ʰ 45ᵐ, on a incinéré 26 898 kg d'ordures, soit 2782,5 kg par heure, ce qui correspond à 432 kg par grille et par heure : la charge moyenne de l'alternateur a été de 244 kw.

La vaporisation de 1,11 kg d'eau par kg d'ordure correspond aux conditions de garantie; d'après les résultats des essais, l'on pourrait incinérer 24 × 2782, soit 66,78 tonnes par jour, ce qui dépasse considérablement la garantie (52,5 tonnes par jour).

Les essais de consommation du groupe-turbo-alternateur n'ont pas encore été faits; mais, d'après les constatations faites pendant les autres essais, la consommation garantie ne sera pas dépassée.

En comptant que l'on incinère 55,5 tonnes d'ordures par jour, cela correspond à $\frac{55\,000 . 1,11}{10} = 6160,5$ kw-h, en comptant une consommation moyenne de 10 kg de vapeur par kw-h que l'usine d'incinération fournit à la station centrale.

D'autre part, l'usine d'incinération, toutes ses machines en marche, emprunte à l'usine centrale une puissance de

Pour le transporteur	5,5 kilowatts.
Pour les ventilateurs	18,5 —
Pour le condenseur	9,0 —
Pour les pompes	3,5 —
Pour le casse-mâchefer	12,5 —
	39,0

En admettant pour les moteurs un rendement moyen

de 0,80, la puissance empruntée à la station centrale est de 50 kw environ.

En supposant ces machines constamment en marche, ce qui n'est certainement pas le cas, la station d'incinération consommerait journellement $50 \times 24 = 1200$ kw-h, de sorte que, en réalité, la station centrale bénéficierait journellement de plus de $6160 - 1200 = 4960$ kw-h.

Une autre source de bénéfices est la vente des mâchefers et des cendres : les mâchefers sont d'abord concassés puis moulus; le mélange est ensuite vendu pour la préparation de mortier et de béton au prix de 2 fr le m³. On a à peu près 50 centièmes du poids des ordures incinérées comme mâchefer et 13 centièmes comme cendres. F. L.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Des moyens pour obtenir la meilleure utilisation du courant. — Au début d'une nouvelle saison d'hiver, l'attention des ingénieurs de stations centrales est appelée naturellement sur la question du meilleur emploi du courant électrique. En mettant de côté pour le moment la question si importante de l'emploi de l'électricité pour les moteurs, il reste encore beaucoup à faire pour l'éclairage. Il n'est plus suffisant en effet de faire relier la maison d'un consommateur à la canalisation principale et de lui vendre du courant, il faut aussi que l'ingénieur ou le directeur de la Compagnie s'intéresse à ce que le consommateur fasse le meilleur emploi du courant qu'on lui fournit. C'est ainsi que souvent on voit fonctionner des lampes à incandescence noircies, leurs filaments ressemblent alors à des fils rouges, tandis qu'à côté d'elles de nouveaux systèmes à incandescence par le gaz éclairent à merveille. Il est alors facile pour le représentant de la Société de gaz locale de s'attirer un nouveau consommateur et de lui installer des manchons à gaz neufs à la place de ses lampes rouges et usées; le résultat n'est pas flatteur pour l'électricité comme on le voit. Heureusement les Sociétés d'électricité commencent à comprendre qu'il y a autre chose dans leurs affaires que la réduction des frais de production, et elles prennent des précautions dès à présent pour résister à la concurrence.

Dans cet ordre d'idées, quelques Sociétés ont tout dernièrement fait distribuer des lampes neuves à leurs consommateurs, en sorte qu'il n'y aura aucune excuse pour ne pas les remplacer au bon moment. De plus, tous les consommateurs qui paient leurs factures à la fin du mois bénéficient d'un rabais sous la forme de quelques lampes neuves, rabais calculé sur leur consommation de courant pendant le dernier trimestre. C'est ainsi que lorsque le client a consommé 40 kw-h, il a droit à recevoir soit deux lampes de 8 bougies, soit une lampe de 16 bougies, en sorte que toutes les lampes sont remplacées après un usage de 650 heures. Toutes les lampes reçoivent le timbre de la Société, et des lampes neuves sont données en échange, mais seulement contre d'anciennes lampes portant cette marque, ce qui évite que les lampes ne soient vendues autre part. Naturellement la Compagnie achète les lampes en grande quantité, en exigeant des garanties sévères des fabricants; cela lui permet d'assurer que pendant sa vie officielle de 650 heures la lampe est toujours économique et à bon rendement. Il y a encore un autre avantage qui résulte de cette pratique. Dans un système idéal, la tension est la même partout sur un même réseau, mais on sait bien que dans les petites villes il y a des consommateurs dont la tension est un peu plus au-dessus de la moyenne et d'autres dont la tension est un peu au-dessous. Il est alors plus simple de donner aux consommateurs les plus éloignés des lampes de 3 ou 4 volts en dessous de la moyenne et à ceux qui demeurent près de la station des lampes de 2 ou 3 volts au-dessus.

Les fabricants de lampes ont toujours des lampes en dehors de la tension moyenne, ce qui rend ce système très facile à faire adopter par les consommateurs et les Compagnies. On peut également beaucoup faire en prêtant aux consommateurs des lampes Nernst ou au tantale ou d'autres systèmes nouveaux. Plusieurs consommateurs n'en ont jamais entendu parler, ou s'ils les connaissent, ils n'ont pas les moyens de les essayer. La visite d'un des employés de la station, qui apporte une lampe « au tantale » et qui la laisse en essai dans un magasin sans aucune redevance pendant une période fixe, aura généralement comme résultat une transformation complète des autres lampes dans ce magasin et dans ceux des voisins.

Un autre procédé qui, dans quelques endroits, a été utile pour combattre la concurrence des grandes lampes à gaz à incandescence pour l'illumination extérieure des boutiques est de fournir et d'installer sans frais des « arcs à flamme », des lampes Nernst ou d'autres lampes, le courant nécessaire étant fourni à forfait pour une année, les lampes étant allumées du crépuscule jusqu'à une heure déterminée chaque soir. Un commerçant acceptera souvent une proposition de cette espèce, car il sait exactement ce que son éclairage lui coûtera par an, tandis qu'il n'oserait pas s'éclairer en utilisant un compteur de crainte d'avoir des sommes trop importantes à payer et inconnues de lui par avance. Dans les grandes villes les lampes sont commandées par des interrupteurs à horaires, mais dans les petites villes, où les consommateurs sont près de la station, les lampes peuvent être allumées ou éteintes par un des employés de la station.

A part les marchés de cette espèce, beaucoup d'affaires peuvent être faites par la visite au consommateur d'un représentant intelligent de la Société qui lui donne des conseils sur les meilleurs moyens d'employer le courant. Quoique comme résultat le compte mensuel d'un consommateur puisse être réduit de 25 pour 100, la station ne perd cependant pas cette somme, car 9 fois sur 10, le consommateur est si content qu'il arrive à persuader ses

voisins d'employer l'électricité et la réclame qu'il fera compensera la petite économie. Nous avons vu récemment le cas où un commerçant s'est plaint de l'importance croissante de ses notes de courant en faisant en même temps une comparaison avec ce qu'il a payé pour l'éclairer par becs Auer un autre magasin tenu par lui. En examinant soigneusement les lampes qu'il avait employées et celles qu'on pouvait voir à son magasin il fut reconnu évident que sa note était réellement trop forte. Mais à la suite d'une enquête minutieuse on vit bientôt, qu'au-dessous du magasin, dans un local très sombre, se trouvait un dépôt de marchandises. Les employés avaient coutume d'y aller près de six fois par jour mais, par négligence, ils laissaient brûler les lampes toute la journée, tout cela parce que les interrupteurs n'étaient pas placés commodément près de la porte. De plus, on a trouvé que les lampes de 8 et 16 bougies avaient été remplacées par d'autres de 32 bougies. Il n'était pas difficile dans ces conditions de convaincre le client de la cause et le résultat fut une grande réduction dans sa note suivante. Cependant le fait de ne pas perdre ce client, joint à son influence sur les voisins pour adopter l'électricité, compense au delà l'économie réalisée par lui.

Un désinfectant électrolytique. — On connaît le pouvoir désinfectant remarquable que possède l'eau salée électrolysée ; aussi relativement à l'installation de Poplar, *the Lancet* (journal médical) dit : « Il n'y a aucun doute qu'il est de la plus grande importance que le liquide électrolysé conserve d'une façon permanente ses propriétés antiseptiques et c'est le cas avec l'eau salée ». On a apporté plusieurs perfectionnements récents à cette industrie, de sorte que non seulement le liquide antiseptique est obtenu d'une façon continue et sans demander beaucoup de soin, mais il possède son pouvoir antiseptique d'une façon permanente. La solution employée contient du chlorure de magnésium ainsi que du chlorure de sodium. Le chlorure de magnésium employé seul ne donne pas de résultats satisfaisants, tandis qu'il fournit plus facilement des composés actifs que ne le fait le sel de sodium. On rend la solution un peu alcaline avec de la soude caustique pour empêcher la formation et l'échappement de chlore libre dans les éléments.

Le courant électrique est réglé automatiquement afin de donner des résultats constants et d'éviter l'échauffement. La stabilité de la solution nouvellement électrolysée est obtenue par l'addition d'une certaine quantité de soude caustique. A l'installation de Poplar, une palette avec des pattes en caoutchouc agite le liquide au moment où il part des électrolyseurs et le mélange intimement avec une solution de soude caustique. La solution résultante conserve très longtemps son activité. Il est probable que cela résulte de la formation d'un hypochlorite double de magnésium et sodium qui est tout à fait stable. Le procédé est extrêmement simple et l'installation ne demande que très peu de soin, la production de liquide désinfectant étant tout à fait régulière et continue.

M. Alexander, médecin en chef à Poplar, a dépensé beaucoup de temps et de peine pour faire de cette installation une affaire tout à fait pratique et il en résulte qu'elle est exploitée avec beaucoup de succès. Dans un temps d'épidémie elle sera très utile parce qu'on peut produire autant de désinfectant qu'on veut. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 1er octobre 1906.

Sur les trajectoires périodiques des corpuscules électriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre, avec application aux perturbations magnétiques. — Note de M. Carl Störmer. (*Extrait.*) — Dans deux notes antérieures (*Comptes rendus*, 25 juin et 9 juillet 1906) j'ai donné les éléments d'une théorie mathématique des aurores boréales et des perturbations magnétiques en partant de l'hypothèse de M. Birkeland, qu'elles sont dues à des corpuscules électriques émanés du Soleil et se mouvant sous l'influence du magnétisme terrestre.

Dans la présente note, nous allons considérer les trajectoires périodiques ou bien composées périodiquement de parties de la même forme, ainsi que celles se rapprochant asymptotiquement de pareilles trajectoires. En effet, il nous semble probable qu'une nuée de corpuscules électriques, se mouvant le long d'une telle trajectoire, peut donner lieu à des perturbations plus ou moins périodiques, par exemple à celles appelées par M. Eschenhagen *Elementarwellen des Erdmagnetismus*.

La recherche des trajectoires de la nature indiquée est un problème semblable à celui consistant à trouver les trajectoires périodiques et asymptotiques dans le problème des trois corps et qui peut être traité par les méthodes de M. Poincaré....

Les nombres trouvés sont du même ordre que les périodes des oscillations de M. Eschenhagen, ce qui semble indiquer que ces oscillations sont dues à des nuées de corpuscules venant par exemple du Soleil et se mouvant le long d'une trajectoire s'approchant d'une trajectoire périodique.

On remarquera aussi les dimensions colossales de ces trajectoires, dimensions qui varient cependant énormément avec la nature des corpuscules.

Séance du 8 octobre 1906.

Contribution à l'étude de l'émission calorifique du Soleil. — Note de MM. Ch. Féry et G. Millochau, présentée par M. J. Janssen. — Depuis Newton, qui utilisa un thermomètre ordinaire à l'étude de l'émission calori-



fique solaire, jusqu'à Angström et son pyrhéliomètre, la plupart des instruments employés pour cette étude ont utilisé directement le faisceau solaire, sans concentration de ce faisceau, et les observateurs ont mesuré cette émission d'une façon globale.

Cependant Henry en 1845, puis Secchi, Langley et enfin W.-E. Wilson, en 1894, ont étudié les variations de la radiation à la surface solaire et dans les taches.

Certains auteurs ont déduit des divers résultats obtenus la température effective du Soleil, c'est-à-dire celle qu'aurait cet astre en supposant qu'il se comporte comme un corps noir.

Nous avons pensé qu'en utilisant le télescope pyrométrique imaginé par l'un de nous [1] à l'étude de l'émission solaire, on pourrait profiter des avantages que présente cet appareil, pour rechercher dans quelles conditions se produit cette émission pour les divers points du disque apparent du Soleil et, la loi en étant connue, en déduire la température la plus probable des diverses parties de cet astre.

Dans ce but un télescope pyrhéliométrique spécial a été construit.

Il se compose d'un miroir en verre argenté, de 103 mm de diamètre et 800 mm de distance focale. Au foyer de ce miroir est placé un couple thermo-électrique identique à ceux employés pour les télescopes pyrométriques industriels Féry.

Derrière la pile est un prisme à réflexion totale renvoyant le faisceau venant du miroir dans un oculaire muni d'une bonnette noire mobile.

On observe dans ce télescope comme dans un télescope de Newton et l'on voit dans l'oculaire la pile formant réticule et l'image de l'objet céleste observé.

L'oculaire peut être mis au point sur le réticule et une coulisse mue par une crémaillère permet d'amener ce réticule dans le plan focal du miroir.

Le tube servant de corps au télescope est fermé par un diaphragme composé de deux cercles métalliques, l'un fixe, l'autre tournant sur le premier, les deux cercles portant chacun deux ouvertures opposées en forme de secteurs de l'angle de 90°.

On peut ainsi faire varier le faisceau reçu par l'appareil, de zéro à la moitié de la surface du miroir, et mesurer la surface utilisée au moyen d'une division graduée.

La mesure du courant produit par le couple thermo-électrique est faite au moyen d'un galvanomètre à bobine mobile, galvanomètre qui est à recommander pour les recherches du genre de celles qui ont été faites, à cause de sa construction simple et robuste et de son maniement rapide et facile.

L'observatoire du sommet du mont Blanc était tout indiqué pour ces études; aussi fut-il décidé, avec l'assentiment de M. Janssen, que des observations seraient faites successivement à quatre stations : Meudon (altitude 150 m), Chamonix (1030 m), Grands-Mulets (3050 m), observatoire Janssen (4810 m).

Ces observations furent de deux sortes :

1° Observations, à diverses heures de la journée, en plaçant le centre du Soleil en coïncidence avec la croisée de fils du réticule thermo-électrique;

2° Observations des effets produits par les divers points du disque solaire.

Pour ces dernières, la méthode employée a été empruntée à celle décrite en 1868 par M. Janssen et qui lui a servi pour l'étude des protubérances sous le nom de *méthode chronométrique*.

Elle consiste à laisser l'image se mouvoir sur le réticule par l'action du mouvement diurne et à noter, à des temps marqués successifs, les déviations du galvanomètre.

Le résultat est traduit ensuite par une courbe obtenue en prenant pour abscisses les positions du réticule sur le globe solaire et pour ordonnées les déviations du galvanomètre [1].

Les observations ont été faites les 16, 17 et 18 juillet et les 13 et 14 août à Chamonix, les 29, 30, 31 juillet, 1er et 2 août à l'observatoire du mont Blanc et les 21 et 26 septembre à Meudon.

Les résultats obtenus permettront de déterminer la valeur de l'émission à divers points du disque et d'établir la loi de cette émission comme il avait été prévu.

Les courbes obtenues concordent avec celle construite d'après les nombres donnés par Wilson en 1894.

L'étalonnage de l'appareil, les comparaisons au laboratoire et la réduction des observations sont en cours d'exécution.

[1] *Comptes rendus*, 28 avril 1902.

UNION INTERNATIONALE

DE

TRAMWAYS ET DE CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

CONGRÈS INTERNATIONAL DE MILAN

(17-21 *septembre* 1906.)

(SUITE [2])

Superstructure de la voie pour lignes de chemins de fer d'intérêt local au point de vue spécial : *a*. de la longueur des rails à mettre en œuvre ; *b*. de l'emploi des joints soudés (Falk, Goldschmidt, etc.); *c*. du chevauchement des joints; *d*. des moyens d'empêcher le desserrage des boulons. — Rapport de M. C. DE BURLET, directeur général de la Société nationale des Chemins de fer vicinaux, Bruxelles.

C'est dans ces termes que, conformément aux délibérations

[1] Un galvanomètre enregistreur donnerait immédiatement cette courbe.

[2] Voy. *L'Industrie électrique*, 1906, n° 355, p. 459.

du Congrès international de Vienne, en 1904, cette question revient devant le Congrès de Milan.

Avant d'en aborder l'examen, il convient de bien noter qu'il s'agit uniquement de chemins de fer d'intérêt local (généralement à traction à vapeur), et non pas de tramways urbains actionnés presque tous aujourd'hui par l'électricité. Pour ces derniers, une question spéciale a été réservée à l'ordre du jour : « Construction des voies pour tramways urbains (superstructure et infrastructure). »

Dans notre dernier rapport, nous avons constaté que l'on paraissait généralement d'accord pour donner la préférence :

1° Aux rails en acier d'un poids relativement élevé par mètre courant et en barres aussi longues que possible;

2° A la pose sur traverses et, pour le choix de celles-ci, aux traverses en bois, si possible en chêne imprégné (habituellement de créosote); leur nombre par longueur de rail dépend évidemment des conditions techniques de la ligne (profil, poids des locomotives, trafic, etc.), mais il y a une tendance à faire des voies de plus en plus résistantes;

3° Aux tire-fonds qui remplacent généralement aujourd'hui les crampons;

4° Aux éclisses-cornières robustes; de là dépend en effet la solidité du joint, point faible de la voie et partant de la voie elle-même;

5° Au ballast en pierrailles ou en gravier, qui l'emporte sur le sable ou la cendrée, parce qu'il donne une voie plus sèche, plus stable et se maintenant dans de meilleures conditions; de plus, sa perméabilité plus grande augmente la durée des traverses; enfin, il attaque moins le rail que la cendrée qui contient parfois des acides et oxydants nuisibles.

Ces divers points n'ont pas donné lieu à contradiction au cours des débats du Congrès de Vienne. Comme complément à ce qui précède, nous allons examiner les autres éléments constitutifs de la voie et notamment les points spéciaux énumérés dans le questionnaire qui nous occupe.

I. *Longueur des rails.* — Les indications données par 138 sociétés peuvent se subdiviser en quatre catégories, savoir : 32 sociétés emploient des rails d'une longueur variant de 6 m à 9 m; 63 sociétés emploient des rails d'une longueur variant de 9,50 m à 12,50 m; 37 sociétés emploient des rails d'une longueur variant de 14 m à 15 m; 6 sociétés emploient des rails d'une longueur de 18 m. Presque toutes déclarent que leur système donne des résultats satisfaisants.

Les longueurs les plus usitées sont celles de 6, 9, 12, 15 et 18 m; ces dernières le sont plus particulièrement par des exploitations de tramways à traction électrique parmi lesquelles s'en trouve une (Tramways de l'Est Parisien) qui a même fait usage de rails de 24 m de longueurr

Comme avantages résultant de l'emploi de longs rails, on cite notamment :

1° Pose plus rapide;

2° Réduction du nombre de joints, d'où économie dans les frais d'établissement et d'entretien; lorsqu'il s'agit de lignes électriques, il y a également économie dans les connexions;

3° Les chocs se produisant précisément aux joints, la diminution de leur nombre rend le roulement des trains plus agréable et fatigue moins le matériel;

4° Plus grande stabilité de la voie, puisqu'on diminue le nombre des points faibles, c'est-à-dire des joints.

D'autre part, l'emploi de barres de grande longueur peut présenter des inconvénients au point de vue de la manutention, du transport et du cintrage, mais il semble que ces difficultés trouvent une large compensation dans les avantages qui viennent d'être énumérés.

C'est donc une question de mesure et aussi d'espèce, comme dans beaucoup de cas analogues, où il importe de ne pas se laisser entraîner à l'application exagérée, même d'un principe juste.

S'il est permis de citer l'expérience de a Société nationale des Chemins de fer vicinaux belges qui compte actuellement 128 lignes en exploitation d'une longueur totale de 2800 km, et comprenant 7 lignes à traction électrique ayant ensemble 140 km, nous dirons que la longueur normale des rails en acier de 23 kg et 30 kg au mètre courant, est généralement de 9 m. Cette longueur a été adoptée dès 1885 comme représentant une bonne moyenne, tant pour la manutention et la mise en œuvre que pour l'économie de la construction. Elle a donné satisfaction et la Société nationale n'a pas jugé devoir l'augmenter, du moins d'une façon générale, surtout à cause des difficultés spéciales qui se rencontrent pour le transport à pied d'œuvre de barres plus longues et pour leur mise en œuvre sur des lignes à petit écartement comportant souvent des courbes de très faible rayon.

Cependant, sur une section importante établie sur siège spécial, de la ligne d'Ostende à Blankenberghe (destinée à être plus tard exploitée électriquement), elle a récemment employé des rails de 30 kg avec barres de 18 m.

Ce renforcement de la voie se justifie par le désir d'augmenter la vitesse des trains.

La pose des barres de 18 m est faites dans de bonnes conditions, sans donner lieu à de trop grandes difficultés de manutention ni de mise en œuvre.

Il a également été posé des rails de 30 kg et de 18 m de longueur pour la réfection de 6 km de voie, sur une ligne vicinale à grand trafic et à traction à vapeur.

Enfin, sur une section d'environ 5 km d'un chemin de fer vicinal à grande section, la Société nationale a utilisé des rails de 15 m profil 30 kg.

L'expérience dira s'il faut persévérer dans ces essais de longs rails, essais qui méritent dans tous les cas d'être suivis avec intérêt.

II. *Joints soudés.* — Un intéressant rapport a déjà été présenté sur le joint Falk au Congrès de tramways à Paris, en 1900, par M. Fischer Dick.

En ce qui concerne le mérite de ce système, on s'est trouvé, lors du Congrès de l'Union internationale à Vienne en 1904, en présence de deux opinions différentes : alors que le délégué de la grande Société des tramways de Berlin déclarait qu'elle avait abandonné le joint Falk pour le remplacer par le joint Melaun, le représentant de la Société belge d'entreprise générale de travaux (Liége) faisait connaître que sur plusieurs de ses lignes, le joint Falk ayant donné toute satisfaction, il avait été décidé de l'adopter sur de nouvelles lignes des tramways liégeois.

Mais pour l'une et l'autre de ces Compagnies, il s'agit dans l'occurrence plus particulièrement de lignes de tramways urbains. Aussi, pour rester dans le cadre de la question qui nous est soumise, ne ferons-nous état que des renseignements se rapportant aux chemins de fer d'intérêt local.

Comme on le verra par les renseignements condensés dans les tableaux joints aux Réponses au questionnaire, peu d'expériences ont été faites de joints spéciaux par les exploitations de chemins de fer d'intérêt local dont les voies sont généralement établies sur traverses avec rails reliés entre eux par de solides éclissages.

Des 38 Sociétés ayant fourni des indications sur l'usage de joints spéciaux, 3 seulement visent des lignes de chemins de fer, tandis que les 35 autres ont plutôt en vue des lignes de tramways urbains, comprises dès lors dans la question spéciale réservée à l'ordre du jour du Congrès de Milan, pour la construction des voies dans les réseaux urbains.

Nous devons donc nous référer aux résultats de l'examen des joints spéciaux qui sera fait par les rapporteurs de cette question.

Nous retenons cependant que des trois Sociétés de chemins de fer d'intérêt local qui ont envoyé des renseignements, deux sont favorables au joint soudé Falk et au joint Goldschmidt.

Quant à l'autre, elle a fait l'essai, depuis plus de trois ans,

du joint Ambert, joint fretté à grand serrage qui supprime éclisses et boulons. Ce joint a, paraît-il, l'avantage de donner une voie à roulement continu, comme s'il y avait soudure, et son prix est sensiblement moins coûteux que le joint soudé; il peut d'ailleurs servir à nouveau, même après l'usure du rail.

Les exploitations de chemins de fer d'intérêt local qui ont tenté des essais du joint Falk déclarent ce joint avantageux lorsqu'il s'agit de rails lourds, tandis qu'avec des rails légers de 20 à 23 kg : m le résultat a laissé à désirer.

Une autre Compagnie de chemin de fer (Barmen) qui a fait application du joint Goldschmidt, à titre d'essai, sur 750 m de voie, constate des résultats très satisfaisants, mais fait remarquer que le prix de ces joints soudés est de plus du double du prix des joints bien éclissés.

En suite d'une étude faite en 1900, à l'occasion de la substitution du joint Falk au joint ordinaire éclissé par la Société des Tramways bruxellois, la Société nationale a conclu, surtout pour des raisons d'économie, à la non-applicabilité de ce système aux voies de ses lignes vicinales, du moins jusqu'à ce qu'une plus longue expérience ait permis d'émettre un jugement plus certain et définitif.

Le type adopté pour ses voies comportant la pose sur traverses, il a suffi de rapprocher les supports extrêmes pour réduire la fatigue des joints, en se bornant à établir un éclissage relativement léger, mais présentant la raideur et la solidité désirables.

Le prix est de 3,80 fr par joint ordinaire et de 6,10 par joint électrique (dont 2,30 fr environ pour la connexion), tandis que pour le joint Falk, on arrive approximativement à 13 fr, soit plus du double du prix de l'éclissage électrique et le quadruple environ du prix de l'éclissage ordinaire actuel. La différence est grande et l'on peut se demander si elle est compensée par des avantages certains.

Quant aux mérites techniques du joint Falk, ce que nous en pourrions dire ferait double emploi avec l'exposé qui sera fait de la question spéciale réservée aux Tramways urbains. Sans donc traiter à fond ce point, bornons-nous à quelques rapides considérations.

On a invoqué en faveur du joint Falk dans les voies neuves divers avantages, notamment celui de supprimer le bruit et le choc au passage des voitures et de permettre de prévoir, avec certitude, semblait-il, une durée incomparablement plus longue de la voie (rapport précité de M. Fischer-Dick).

Sans doute, la suppression totale du choc au joint a son importance, mais il ne faut pas l'exagérer, car elle ne semble pas présenter un intérêt essentiel justifiant d'excessives dépenses, d'autres moyens existant et fonctionnant avec succès pour diminuer cet inconvénient.

Quant à l'augmentation de la durée présumée de la voie par suite de la plus grande rigidité des abouts, il faudrait pour établir la comparaison avec les joints ordinaires et pour apprécier au point de vue financier la valeur du joint soudé, disposer de statistiques précises et portant sur une assez longue durée. Or, ces statistiques n'existent pas à notre connaissance.

En réalité, on ne possède que fort peu d'indications précises et d'éléments de comparaison sur l'usure relative des abouts des rails dans les voies éclissées et dans les voies à joints soudés.

A l'encontre du joint soudé, on a fait valoir certains inconvénients qu'il convient de signaler :

1° Le mode d'attache entre l'éclisse et la traverse pour combattre le cheminement des rails est nécessairement supprimé;

2° La difficulté de remplacer rapidement un rail brisé est notablement plus grande;

3° En dehors des bris pouvant résulter des causes ordinaires dues à l'exploitation, il faudra compter aussi avec ceux que l'on a constatés assez fréquemment et qui se produisent surtout en hiver dans les files de rails réunis par le joint Falk, par suite d'un phénomène encore imparfaitement expliqué jusqu'ici;

4° Déformation des files de rails par suite des changements de température parfois très brusques, surtout pour les voies en accotement ou sur siège spécial;

5° Nécessité de doter les diverses exploitations vicinales du matériel coûteux nécessaire aux réfections (cubilot, soufflerie, etc.).

Nous croyons intéressant de faire mention d'un système de soudure des rails d'application plus récente :

D'après une communication faite par M. l'ingénieur Catani, à l'Assemblée générale de l'Association électrotechnique italienne, le 9 octobre 1905, à Florence, la soudure des rails par le chalumeau oxyacétylénique paraîtrait donner des résultats meilleurs au point de vue de la soudure proprement dite, que les autres procédés connus : soudure électrique, joint Falk, Aluminothermite (Goldschmidt), etc.

La structure intime du métal ne serait guère modifiée ou, du moins, le serait dans une proportion peu importante, de manière que le rail conserverait pratiquement la même résistance mécanique à la partie soudée que sur le restant des barres.

Ce résultat serait atteint grâce à la température élevée obtenue et parce que la soudure s'opère sur toute la surface de la section du rail.

Il se comprend que cette soudure n'intéressant guère que les abouts des rails, trouble moins l'état moléculaire du métal et réalise mieux une véritable continuité. La conductibilité électrique serait aussi parfaite que possible.

La soudure se fait en trois fois : 1° sur le patin; 2° sur l'âme; 3° sur le bourrelet.

Au point de vue du coût, la soudure par ce système serait assez économique, ne nécessitant qu'un matériel, des consommations et une main-d'œuvre d'importance réduite, M. Catani évalue le prix d'une soudure de rail Phénix de 34,5 kg le mètre courant (160 mm de hauteur) de 6 à 12 fr, et celle d'un rail Phénix de 43 kg le mètre courant (180 mm de hauteur), de 10 à 15 fr.

Nous ne faisons qu'indiquer ce système, sans nous prononcer sur sa valeur et en émettant l'espoir que les sociétés qui l'auraient expérimenté voudront bien, au cours des discussions du congrès, fournir les renseignements qu'elles posséderaient déjà à ce sujet.

III. *Chevauchement des joints.* — La presque unanimité des réponses préconise le placement des joints normalement à la voie, c'est-à-dire d'équerre, sauf dans les courbes où les joints sont souvent alternés.

Cette pratique est en concordance avec les résultats d'une expérience de 20 années faite sur une grande échelle aux chemins de fer vicinaux belges.

On y emploie d'une manière générale des joints d'équerre, sauf dans les parties en courbes de 100 m de rayon ou moins, pour lesquelles les joints sont alternés,

Dans les courbes de 75 m et moins de rayon (voies à écartement de 1 m) les deux fils de rails sont, en outre, réunis par des tringles-entretoises à raison de trois pièces par longueur de 9 m.

IV. *Moyens d'empêcher le desserrage des boulons.* — Sur les 141 sociétés qui ont répondu au questionnaire, 71 déclarent avoir eu recours à des procédés divers en vue d'éviter le desserrage des boulons. Toutes ces réponses visent, soit des chemins de fer d'intérêt local, soit des tramways.

Les 70 autres sociétés n'ont pas fait d'essai; plusieurs d'entre elles estiment qu'il est facile et peu onéreux de serrer de temps en temps les boulons. D'autres trouvent que le relâchement des joints résulte ordinairement non pas du

desserrage des écrous, mais plutôt de l'usure des portées d'éclissage.

Abordons maintenant l'examen des constatations qui ont été faites.

De bons résultats ont été obtenus par l'usage de boulons à faible pas de vis; des essais favorables ont également été faits au moyen de boulons avec écrous à ergot ou de boulons avec écrous de grande hauteur. Il en est de même du boulon dit « Ibbotson », mais il présente l'inconvénient de coûter relativement cher.

Le procédé pratiqué par la grande majorité des 71 sociétés ci-dessus, consiste dans l'emploi de rondelles d'acier à ressort de divers systèmes; le type dit « Grover » semble le plus répandu.

Beaucoup de sociétés sont satisfaites de l'application de ces divers types de rondelles; il en est d'autres cependant qui signalent que les résultats obtenus n'ont pas été concluants.

De plus, il a été observé que les rondelles se brisent facilement, surtout en hiver ou perdent, après quelques années, l'élasticité nécessaire et par conséquent tout effet utile,

C'est ainsi, qu'après avoir longtemps utilisé la rondelle « Grover », les tramways de Marseille l'ont abandonnée pour adopter un autre type : la « rondelle positive » construite de façon à ce que l'effort de compression s'exerce sur le corps de la rondelle et non sur ses extrémités.

On peut, pensons-nous, déduire des diverses constatations relevées que les rondelles rendent incontestablement des services, mais que leur efficacité dépend beaucoup de la qualité de l'acier employé.

Quelques sociétés enregistrent des résultats satisfaisants obtenus par des plaques de tension à boulons, décrites comme suit. par la Bochumer Verein für Bergbau und Gusstahlfabrikation (p. 637 et 638 du recueil des réponses) :

« Ces plaques en acier formant ressort et durcies à cette fin comme les ressorts de voitures, ont environ 50 mm de largeur et de 5 à 7 mm d'épaisseur; la courbure des selles est d'environ 7 mm. Lorsque ces plaques sont complètement étendues par l'effet des boulons, leur force est d'environ 3000 kg. »

Aux tramways de Hambourg, on a procédé avec succès, à l'intercalation sous les éclisses d'une plaque rectangulaire assez grande pour déborder la section des éclisses. Après le serrage à fond de l'écrou, des bords de la plaque sont repliés de façon à empêcher le desserrage.

Conclusions. — Il n'y a pas lieu, semble-t-il, d'en formuler de définitives : c'est plutôt une enquête que l'Union internationale a voulu ouvrir sur les conditions d'établissement des voies des chemins de fer d'intérêt local. Elle se poursuit d'une façon très intéressante et les Compagnies affiliées y ont apporté d'abondants matériaux qui contribueront sans doute à apporter sur plus d'un point des solutions pratiques.

Il convient de ne point clôturer cette enquête, plusieurs applications de systèmes nouveaux étant trop récentes encore pour que l'on puisse émettre une opinion définitive.

En ce qui concerne spécialement les points particuliers faisant l'objet de la question, nous estimons que l'on peut admettre sous les réserves formulées ci-dessus, les conclusions suivantes :

A. *Longueur des rails.* — Il y a une tendance de plus en plus grande à augmenter la longueur des barres.

B. *Joints soudés.* — Les expériences ont donné des résultats qui restent douteux et ne permettent pas de formuler une conclusion. Il convient de laisser la question ouverte.

L'application des joints soudés ne semble pas s'être répandue.

On semble chercher depuis quelque temps le renforcement du joint au moyen d'autres procédés que la soudure, mais ici encore l'expérience est de trop courte durée pour que l'on puisse se prononcer.

C. *Chevauchement des joints.* — L'expérience acquise et la pratique suivie par la presque unanimité des Compagnies montrent que la préférence doit être donnée aux joints normaux dans les alignements et aux joints alternés dans les courbes de petit rayon.

D. *Moyens d'empêcher le desserrage des boulons.* — Beaucoup de systèmes ont été expérimentés, dont bon nombre ont donné des résultats satisfaisants, notamment les rondelles. Il n'est cependant pas possible encore de décider quel système est le plus efficace et doit être préféré.

BIBLIOGRAPHIE

L'Électricité à l'Exposition de Liége (1905), par J.-A. Montpellier, avec une introduction par Eugène Sartiaux. — *Dunod et Pinat*, Paris, et *Ramlot frères et sœurs*, Bruxelles, éditeurs, 1905. — Format : 25 × 16 cm; 494 pages. — Prix : 18 fr.

Mon cher Monsieur Pinat,

Par votre lettre du 4 septembre dernier vous m'avez prié de surseoir, jusqu'à nouvel avis, à la rédaction du compte rendu de ce livre.

J'y surseois en feignant de ne pas comprendre, et vous serre cordialement la main.

E. Boistel.

Considérations théoriques et pratiques sur les machines à vapeur surchargées, par Aimé Witz. — Extrait du *Bulletin de la Société industrielle du Nord de la France*, Lille, 1906. — Format : 25 × 16 cm; 21 pages.

La notoriété et l'autorité de M. Witz en la matière sont trop grandes pour que le titre au moins de ce travail ne paraisse pas sous notre rubrique « Bibliographie »; mais, une place plus large et plus digne lui ayant été faite dans nos colonnes par notre collaborateur si qualifié A. Z. dans notre numéro du 10 octobre courant, page 448, nous nous bornons à y renvoyer le lecteur. E. Boistel.

Wireman's, Linesman's and Mains Superintendents Pocket Book (Carnet du poseur de fils et de lignes et des Ingénieurs chargés des canalisations), par Ch. Raphaël. — *The Electrician*, éditeur, Londres, 1906-1907. — Format : 20 × 8 cm; 391 pages. — Prix : 6,25 fr.

Ce guide de poche en est, comme il l'annonce lui-même, à sa seconde édition. Nous l'en félicitons; mais, n'ayant pas connu la première, nous le traiterons comme un nouveau venu. — Il comporte sept parties ou sections respectivement intitulées : — A. Pose de fils d'intérieurs;

— B. Lignes souterraines; — C. Lignes aériennes pour éclairage et distribution d'Énergie électrique, Télégraphie et Téléphonie; — D. Tramways électriques; — E. Électricité dans les Mines; — F. Pose de fils de sonneries et de téléphones domestiques; — G. Divers; — le tout accompagné et illustré de nombreuses figures pour aider à l'intelligence du texte et abréger les descriptions. Sans médire de ce formulaire, on lui reprochera peut-être précisément le sectionnement ci-dessus qui ne paraît pas répondre de tous points à des différenciations bien nettes. Il fallait cependant établir une classification quelconque pour faciliter les recherches; ce n'était pas aisé et autant celle-là qu'une autre. La première partie est d'ailleurs de beaucoup la plus importante; elle tient à elle seule plus de la moitié du volume, le plus grand nombre des principes qu'elle énonce s'appliquant, sous forme plus ou moins variée, aux autres divisions du livre. De multiples tableaux complètent ces documents auxquels on ne peut reprocher, comme à toutes les œuvres anglaises, que leur exclusivité absolue, comportant le plus profond mépris pour tout ce qui n'est pas anglais, y compris le système de mesures C.G.S., suivi du système décimal et, à plus forte raison, du système métrique, et le manque complet de précision dans l'expression scientifique. Sous prétexte de concision (Time is money) et d'utilitarisme à outrance, on s'y contente d'à-peu-près, en laissant aux autres le soin de comprendre, s'ils le peuvent, ce qu'on n'a pas l'intelligence de leur exposer nettement. Cette étroitesse de vues et d'expression constituent un mode de littérature scientifique facile, dont s'accommodent mal cependant notre esprit et notre langage essentiellement précis et nets, malgré les grands et incorrigibles retardataires qu'on trouve aussi chez nous dans la voie du progrès sous la prétendue excuse « on comprendra bien quand même » qui marche de pair avec l'enfantine et trop souvent fatale réponse « il n'y a pas de danger », dans un autre ordre d'idées.

Quant aux « Divers » de la dernière partie, ils comprennent en quelques pages, les lampes à arc, les conducteurs de paratonnerres, les piles et batteries de toutes natures, les poids et mesures avec, enfin, les facteurs de conversion et autres renseignements utiles d'ordre un peu plus général que ce qui précède.

Tous les règlements de construction et d'exploitation électriques dans le Royaume-Uni complètent naturellement cette publication à laquelle il ne manque, pour avoir toute sa valeur, que d'être un peu moins anglaise et un peu plus scientifique. c'est-à-dire universelle.

E. Boistel.

Elementary Principles of Continuous-Current Dynamo Design (Principes élémentaires de l'étude de construction d'une dynamo a courant continu), par H.-M. Hobart. — *Whittaker and C°*, éditeurs, Londres, 1906. — Format : 25×16 cm; 220 pages. — Prix : 9,50 fr.

Le nom de M. Hobart suffit à recommander cette nouvelle contribution de sa part à l'étude des machines électriques. Désireux, comme il le dit modestement, de se faire à lui-même un répertoire de données pour l'élaboration des études dont il était ou pouvait être chargé, l'auteur a réuni, classé et adapté, pour en faire aujourd'hui bénéficier le public, les méthodes, règles et formules d'un grand nombre de ses devanciers qui n'ont pas été, suivant lui, présentées jusqu'ici sous une forme assez accessible, et il espère faire, par ce traité, œuvre utile non seulement pour les étudiants mais aussi pour les praticiens.

Afin de le maintenir dans des dimensions qui permettent sa publication à un prix abordable pour les débutants, il a d'ailleurs réduit le cadre de son travail, se contentant de guider l'élève vers l'étude d'œuvres plus complètes que nous sommes heureux de rappeler ici, telles que : *Étude de la machine électrique* (1906), *Moteurs électriques* (1904), *Étude des machines électriques à grande vitesse angulaire* (1906), *Construction des induits* (1906), écrites par l'auteur, soit seul, soit en collaboration, aussi bien que vers l'étude des traités de Kapp, Thompson, Hawkins et Wallis, Arnold et autres.

Sous une forme un peu imitée de ce dernier auteur, son ouvrage s'applique particulièrement à la construction complète de 18 machines différentes, dont on trouve les données et les éléments de calcul ressortissant à chaque chapitre dans des tableaux préparés d'avance en chacun d'eux, de telle sorte que l'élève les ayant successivement remplis au cours de son étude progressive du volume arrivera, à la fin, à avoir complètement calculé les 18 machines en question; il trouvera ensuite, sous forme d'Appendice, la série de ces mêmes tableaux correspondant à ceux intercalés dans le texte mais complètement remplis et lui permettant ainsi le contrôle de son propre travail.

Comme grandes divisions, l'ouvrage en compte six, savoir : — Circuit électrique d'utilisation; — Circuit magnétique; — Réaction d'induit et Étude des enroulements inducteurs; — Coefficients d'étude de construction; Application du renversement des pôles et Étude de machines à grande vitesse angulaire et haute tension.

Bonne édition d'ailleurs, peu compacte et très claire, tout particulièrement digne d'attention. E. Boistel.

Manuel pratique du monteur électricien, par J. Laffargue, 9e édition. — *Bernard Tignol*, éditeur, Paris, 1906. — Format : 18×13 cm; 1012 pages. — Prix : 10 fr.

Nous ne saurions mieux clore cette série de présentations bibliographiques qu'en mentionnant l'apparition de la *neuvième* édition de ce succès de librairie scientifique dont nous sommes tout particulièrement heureux pour notre sympathique collaborateur et ami. Tout autre commentaire est inutile. E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, boulevard de la Madeleine, Paris.

366 908. — **Hopfelt.** — *Procédé de fabrication de bobines pour buts électriques* (6 juin 1906).

366 942. — **Schmidt.** — *Bâti de magnéto à masses polaires encastrées et fixées par moulage* (7 juin 1906).

366 967. — **Grammont et Routin.** — *Servo-moteur électrique* (31 mai 1906).

366 758. — **Rivals.** — *Système d'asservissement multiple à distance par commandes électriques* (1er juin 1906).

366 776. — **Braun.** — *Système égalisateur automatique de la charge dans les circuits alimentés par des courants alternatifs* (1er juin 1906).

366 856. — **Société dite : Deutsch-Russische Elektricitäts-Zahler Gesellschaft.** — *Compteur moteur d'électricité* (29 mai 1906).

366 880. — **Neudoerfer.** — *Interrupteur ou commutateur tournant fou à gauche* (5 juin 1906).

366 915. — **Vialet et Chabrand.** — *Installation pour la transmission électrique des ordres* (6 juin 1906).

366 930. — **Benson et Cie et M. Leaver.** — *Perfectionnements dans les appareils employés pour la galvanoplastie* (7 juin 1906).

367 014. — **Turner.** — *Système téléphonique* (9 juin 1906).

367 027. — **Grimm.** — *Protecteur antiseptique pour embouchures de téléphones* (9 juin 1906).

367 028. — **Kitsee.** — *Transmission multiple par câble sous-marin* (9 juin 1906).

367 030. — **Branly et Laurent.** — *Radioconducteur à colonnettes pour récepteurs de télégraphie sans fil applicable aux postes fixes et aux postes mobiles* (9 juin 1906).

367 053. — **Jochen von Nathusius.** — *Aimant pour téléphone* (11 juin 1906).

367 087. — **The Alfater Variable Speed Motor.** — *Carcasse magnétique pour machines électriques à pôles auxiliaires* (11 avril 1906).

367 052. — **Stout.** — *Perfectionnements dans les coupe-circuits électriques* (21 mai 1906).

367 067. — **The Reason Manufacturing Company Limited.** — *Cathode* (12 juin 1906).

367 110. — **Konig.** — *Coupe-circuit à fil fusible électrique* (12 juin 1906).

366 981. — **Cornélius.** — *Dispositif pour fours réfractaires* (8 juin 1906).

367 048. — **Del Meglio, Mariani et Colombani.** — *Électrolyseur de la vapeur surchauffée* (5 mars 1906).

367 211. — **Arnold.** — *Disposition de pôles auxiliaires pour machines à courant continu et alternatif avec commutateur* (16 juin 1906).

367 157. — **Hamilton.** — *Compteur électrique pour courants alternatifs* (14 juin 1906).

367 158. — **Kuhlo** — *Conducteurs électriques* (14 juin 1906).

367 237. — **Wengelin.** — *Dispositif d'interruption et de fermeture d'un courant électrique* (18 juin 1906).

367 277. — **Sauve et Robbins.** — *Perfectionnements aux bobines d'induction* (19 juin 1906).

367 298. — **Korda et Heyland.** — *Transformatrice rotative permettant la transformation du courant alternatif en courant continu et la transformation inverse* (20 juin 1906).

357 165. — **Ashcroft.** — *Perfectionnements dans les électrolyseurs* (14 juin 1906).

367 204. — **Vœlker.** — *Cartouche de chauffage électrique* (11 juin 1906).

367 213. — **The Electric and Ordnance Accessories.** — *Plaque de chauffage électrique ou résistance* (16 juin 1906).

361 733. — **Maiche.** — *Mode de transmission de signaux télégraphiques* (31 août 1905).

361 730. — **Radisson.** — *Lampe à arc* (30 août 1905).

367 382. — **Stone.** — *Télégraphie sans fils* (26 mai 1906).

367 383. — **Stone.** — *Téléphonie sans fils* (26 mai 1906).

367 494. — **Beard.** — *Clavier à secret pour tableau de téléphone* (28 juin 1906).

367 343. — **Lincoln.** — *Perfectionnements aux moteurs à vitesse variable* (22 juin 1906).

367 440. — **Tanne et Papenbrnch.** — *Procédé électrolytique* (26 juin 1906).

367 495. — **Dekker.** — *Traitement des minerais par l'électrolyse* (28 juin 1906).

367 386. — **Société Deutsche Gasgluhlicht A. G.** — *Corps éclairants en tungstène* (8 juin 1906).

367 467. — **Société Deutsche Gasgluhlicht A. G.** — *Corps éclairants* (26 juin 1906).

367 482. — **Druseidt.** — *Douille à réflecteur* (27 juin 1906).

367 612. — **Kellogg.** — *Commutateur* (3 avril 1906).

367 539. — **Wydts et Jeudi.** — *Pile* (28 juin 1906).

367 547. — **Ateliers Thomson-Houston.** — *Procédé pour influencer la forme du champ dans les machines à courant alternatif à collecteur* (29 juin 1906).

367 550. — **Picq.** — *Générateur d'électricité* (29 juin 1906).

367 597. — **Latour.** — *Induit à collecteur* (2 juillet 1906).

367 560. — **Sautter-Harlé et Cie.** — *Asservissement des alidades reproduisant la position d'appareils commandés à distance* (29 juin 1906).

367 666. — **Compagnie de construction électrique.** — *Limiteur de courant* (13 juin 1906).

361 774. — **Collombier.** — *Machine pour la transmission de signaux* (16 septembre 1905).

367 825. — **Latour.** — *Moteur monophasé à collecteur* (5 juillet 1906).

367 827. — **Gianoli.** — *Magnéto* (6 juillet 1906).

367 730. — **Maison Breguet.** — *Dispositifs de réglage du couple résistant des freins électriques* (4 juillet 1906).

367 755. — **Maison Rousselle et Tournaire.** — *Voyant indéclanchable par les trépidations* (4 juillet 1906).

367 773. — **Feuchtmeyer et Cunitzer.** — *Commutateur* (5 juillet 1906).

367 774. — **Société Geoffroy et Delore.** — *Perfectionnements aux câbles électriques à haute tension* (5 juillet 1906).

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

58 286. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 357 10 Novembre 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 212 ter, boulevard Pereire. — Paris. TÉLÉPHONE 536-02	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

La ligne Milan-Gallarate et les trains du Simplon. — Les journaux italiens annoncent depuis quelque temps la transformation de la ligne Milan-Varèse-Porto-Ceresio, où la traction des trains se fait actuellement par le courant continu à 600 volts, et où le courant alternatif permettrait peut-être une application meilleure de la traction électrique aux trains du Simplon de Milan à Gallarate et de Gallarate à Iselle. La nouvelle parait toutefois inexacte, et la remorque des trains lourds du Simplon à Milan ne serait pas sans désorganiser l'excellent service suburbain à courant continu, s'il fallait abandonner celui-ci et constituer des trains lourds à courant alternatif, comme il en était question. Le Ministère fait connaître aujourd'hui l'intention qu'il a de conserver en tous les cas les trains rapides et fréquents du service suburbain actuel, et, au cas où se ferait la remorque des trains du Simplon, on superposerait les deux systèmes, ce qui ne serait pas sans entraîner quelques complications et difficultés nombreuses.

A. Z.

Les tramways américains et canadiens. — Le *Street Railway* donne la statistique suivante :

A la fin de 1905 les tramways électriques des États-Unis avaient une longueur totale de 52 000 km (contre 47 500 fin 1904), en augmentation de 10 pour 100 sur l'année précédente. Le nombre de voitures motrices était de 63 400 contre 59 600 l'année précédente, le nombre de voitures de remorque était de 13 000. La longueur totale des tramways, à chevaux, à vapeur, funiculaires, etc., était de 1026 km (diminution de 1 pour 100).

Le capital engagé est de 92 milliards de fr (augmentation de 4,5 pour 100).

Au Canada, à la fin de 1905, il y avait 15 000 km de tramways électriques avec 2500 voitures motrices.

Minerais de tantale. — L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* annonce que l'on vient de découvrir aux États-Unis, à Henrytown, à 50 km de Baltimore, des minerais de tantale, sous forme de corps irréguliers et de cristaux, répartis dans du feldspath. L'analyse a montré qu'ils contiennent 58,19 centièmes d'oxyde de tantale et 13,21 centièmes d'oxyde de niobium. On a également découvert des minerais de tantale très riches à Tinton, ils contiennent 30,5 centièmes de tantale. Ces minerais ont une densité de 6,8 g:cm³.

Électroculture des fruits. — Le célèbre ingénieur anglais B. A. Thwaite a repris les expériences de W. Siemens sur l'électroculture et vient d'en faire connaître les résultats.

On sait déjà de quelle façon Siemens avait obtenu hors saison la production de fruits divers, qui, cependant, lui coûtaient beaucoup de soins et de dépenses.

Le Dr Thwaite emploie un gazogène pour fournir aux plantes l'acide carbonique nécessaire, des lampes à arc pour leur fournir les radiations calorifiques et actiniques, et une machine électrostatique pour activer le développement des racines.

Cette dernière aurait pour autre effet, paraît-il, de détruire tous les parasites et d'assurer la production de fruits parfaitement sains.

La chronique des journaux anglais vante encore les dimensions exceptionnelles et le parfum de ces fruits, ainsi que la simplicité et le bon marché de la méthode, qui d'après eux se prêterait à la pratique courante.

Les bateaux pour la pose des câbles sous-marins. — L'*Elektrotechnische Zeitung* donne les renseignements suivants sur le nombre de bateaux des divers pays.

La longueur des câbles immergés atteint actuellement environ 450 000 km, et naturellement au fur et à mesure que la longueur des câbles immergés a augmenté, le nombre des vapeurs utilisés pour cette installation s'est accru.

Le nombre total de ces navires est de 53, leur capacité totale est d'environ 95 000 tonneaux, ils se répartissent suivant les différents pays, comme il est indiqué ci-dessous :

Allemagne (Fabrique de câbles de l'Allemagne du Nord).	2
Amérique (gouvernement des États-Unis)	1
— (Sociétés de câbles des États-Unis)	2
— (gouvernement du Canada)	2
Amérique du Sud (Sociétés)	2
Chine (gouvernement)	1
Danemark (Sociétés)	3
France (gouvernement)	3
— (Sociétés)	3
Angleterre (gouvernement)	2
— (Sociétés)	28
Italie (gouvernement)	1
Japon (gouvernement)	1
Nouvelle-Zélande (gouvernement)	1
Hollande (gouvernement)	1

Appareil de jonction ou de dérivation perfectionné. — Le principe mis en évidence par les figures ci-contre a reçu d'autres réalisations que celles dont nos lecteurs trouveront ici l'exemple, mais cet exemple suffirait amplement à en justifier la création; aussi pour la description sommaire donnée ici, et pour plus amples renseignements nous invitons nos lecteurs à consulter MM. Belliol et Reiss.

La figure 1 représente l'appareil de jonction qu'ils construisent pour relier des câbles à leurs extrémités ou en des points quelconques de leur longueur. Le serre-fil communément employé remplit seulement la première de ces fonctions, et le tube qui en compose la partie principale doit être proportionné aux diamètres des fils ou câbles à réunir. La série doit ainsi comporter un nombre considérable de diamètres, et, quoi qu'on fasse, c'est beaucoup plus par la ou les vis de serrage que par le tube qu'est assuré le contact entre les conducteurs et l'intermédiaire défectueux constitué par le tube.

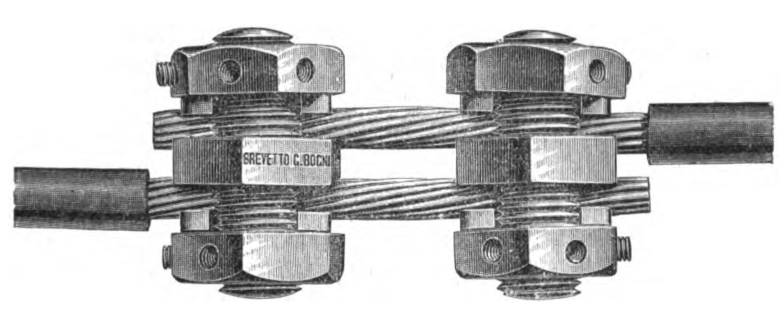


Fig. 1.

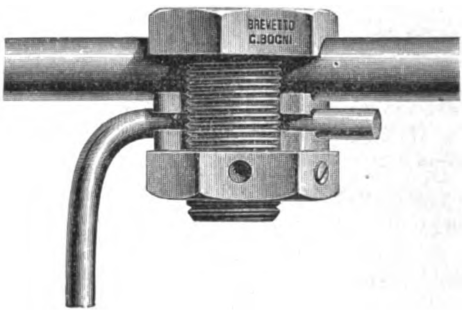
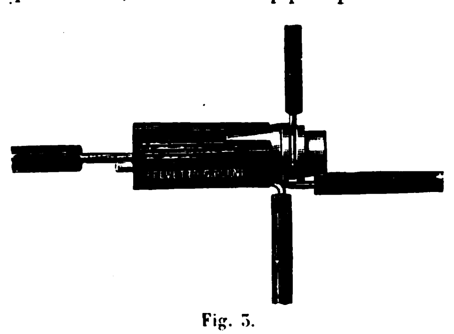


Fig. 2.


Fig. 3.

L'appareil de la figure 1 constitue au contraire un excellent serre-fil ou serre-câbles, utilisable d'ailleurs en tous points de la longueur de ceux-ci, convenant pour toutes grosseurs et leur assurant un excellent contact, de surface bien supérieure à celle de tout autre modèle. On voit de plus, par la figure 2, qu'un modèle donné convient à tous les diamètres de fils ou câbles inférieurs à la largeur de l'encoche intérieure de la vis, où sont engagés les conducteurs et les coussinets de serrage. Ceux-ci pourront s'approprier à tels conducteurs qu'on

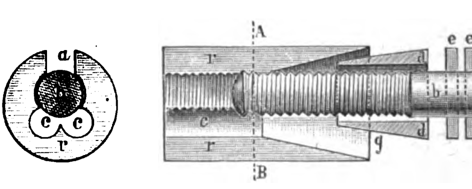
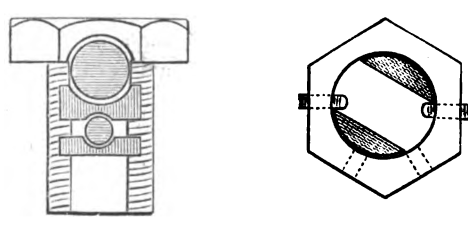


Fig. 4.

voudra, la vis n'aura pas à varier de largeur pour chaque fois,


Fig. 5.

et la série sera réduite ainsi à un [faible nombre de types, (3 seulement existant dans la pratique actuelle).

Le desserrage de l'écrou peut être évité par le dispositif représenté figure 4 ou par toute autre méthode.

La figure 3 s'emploie plus particulièrement au cas où l'appareil est utilisé pour l'établissement d'une dérivation, application que représente exclusivement la figure 2, où les diamètres des conducteurs jonctionnés sont très différents.

Les deux applications qui viennent d'être signalées sont celles qui se rencontrent le plus souvent sur toutes les lignes et dans toutes les installations d'électricité, tableaux de distribution, transformateurs, etc. —Quelques minutes suffisent à établir ainsi les connexions les plus parfaites, et les plus durables s'il s'agit d'installations permanentes. Si au contraire il s'agit d'installations provisoires, quelques minutes suffisent à les démonter ou à les rétablir.

A des fils plus petits et aux cas de multiples dérivations, plus rares en pratique, s'applique le modèle, également brévеté, représenté figure 5.

Production de fonte en 1905. — D'après l'*Electrotechnik und Maschinenbau* du 23 septembre, la production de la fonte, qui était de 46 millions de tonnes en 1904, s'est élevée en 1905 à 54 millions de tonnes. La production se répartit en millions de tonnes, comme il suit :

États-Unis 23,3 (16,7), Allemagne 10,9 (10,1), Angleterre 9,7 (8,7), France 3 (3), Autriche-Hongrie 1,37 (1,37), Russie 2,1 (2,9), Belgique 1,3 (1,3); les chiffres placés entre parenthèses donnant la production en millions de tonnes pendant l'année 1904.

Empoisonnements par le plomb dans les fabriques d'accumulateurs en Angleterre. — En 1905, 27 cas d'empoisonnements ont été constatés, tandis que l'année précédente le total s'était élevé à 33. C'est en somme l'année pendant laquelle le plus petit nombre de cas a été constaté (si l'on excepte l'année 1902 où seulement 16 cas sont enregistrés contre 49 en 1901).

Le docteur Hugh Hughes d'Ashton, médecin d'une grande fabrique dans laquelle les cas d'empoisonnement sont tombés de 24, en 1901, à 1 cas en 1905, a fait à ce sujet un rapport dont l'*Electrical Engineer* donne l'extrait ci-dessous. « Les 69 cas constatés en 9 ans, de 1897-1905, peuvent se répartir comme il suit : 45 pour les malaxeurs, les empâteurs, etc., 16 pour les soudeurs, 5 pour les fondeurs, 2 pour les découpeurs et 1 pour les monteurs. Ce dernier cas s'est manifesté lorsque l'on a démoli des tonneaux ayant contenu des sels de plomb et qu'on les a brûlés dans une chaudière; plus tard on plongea d'abord les tonneaux vides dans de l'eau pour empêcher la formation de poussières. Quelques-uns des cas se sont produits lors de travaux extérieurs dans des installations n'ayant pas de salle de lavage, pas de ventilation suffisante et pas de salle à manger spéciale. On doit attribuer la grande diminution des cas d'empoisonnement dans ces derniers temps à ce que les ouvriers ont bien suivi les nouveaux règlements, à ce que chaque atelier a sa salle de lavage (le nettoyage se fait au moyen du savon Akremnin dont l'usage protège aussi la peau), que les bains (dont 7 sont aménagés dans de vastes espaces séparés) sont très fréquentés par les malaxeurs et les empâteurs après leur travail, que chacun d'eux reçoit journellement deux fois 150 cm^3 de lait et du sel d'Epsom. Chaque partie de la fabrique est bien ventilée et a un plancher disposé de manière à empêcher la poussière.

La salle où se fait l'empâtage est lavée deux fois par jour au moyen d'une installation de lances à incendie; les parois et le sol sont cimentés. Un large canal pour l'évacuation des eaux est amenagé autour de cette salle. Les bancs sont recouverts de feuilles de plomb et lavés tous les jours. Pendant le travail ils sont maintenus humides et sur le sol sont disposés des copeaux humides. On a bien essayé d'employer un empâtage mécanique, mais sans succès jusqu'à présent.

La méthode pour vider à la main les tonneaux contenant des sels de plomb au moyen d'une pelle, semble dangereuse, aussi vide-t-on dans une salle spéciale plusieurs tonneaux dans une caisse étanche et celle-ci est transportée mécaniquement dans la salle où se fait le malaxage.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Blois. — *Traction électrique.* — Il est fortement question d'installer à Blois un réseau de tramways électriques. Il est assez curieux de constater que, rendez-vous de nombreux touristes, Blois est une des rares grandes villes dépourvues de tramways électriques. Voici du reste où en est la question.

L'avant-projet, après avoir été examiné par MM. les ingénieurs du service des ponts et chaussées, a été soumis à l'enquête qui doit précéder le décret d'utilité publique, mais, bien que le service des ponts et chaussées n'ait élevé sur l'ensemble de cet avant-projet aucune objection, d'assez nombreuses observations ont été consignées dans le procès-verbal d'enquête et de la part de la Commission désignée par M. le Préfet.

La Chambre de commerce de Blois, qui doit également être consultée pour l'établissement du tramway, a donné un avis favorable : elle a cependant émis le vœu que le réseau soit prolongé d'une part jusqu'au bourg de Saint-Gervais, et, d'autre part, que la ligne de gare de Vienne gare d'Orléans, soit prolongée par la Poudrière, l'allée des Granges, derrière le cimetière, pour venir se boucler avec les autres lignes à la place Victor-Hugo.

La municipalité a, certes, le désir le plus ardent de voir les tramways établis de façon à desservir le plus grand nombre des divers quartiers de la ville avec des prolongements sur les communes suburbaines; mais, en réfléchissant, on conçoit bien aussi que, pour la réalisation de ce désir, il faut compter avec un concessionnaire ou une Société d'entreprise qui veuille bien s'en charger. De l'étude du projet, il résulte que le passage de la ligne entre le faubourg de Vienne et la ville est prévu à l'avant-projet dans l'axe du pont, mais la Commission a exprimé l'avis que le passage devait avoir lieu sur le côté de la chaussée.

D'après le travail présenté par le concessionnaire, la ligne du Marché-aux-Veaux aux Haras emprunte, à partir de la place de la République jusqu'au point terminus, le trottoir de droite, c'est-à-dire celui en rive du jardin du Séminaire et de la caserne; la Commission a été d'avis qu'elle devrait plutôt emprunter le côté gauche de l'avenue sur la chaussée.

A la date du 31 juillet, et afin de ne pas perdre de temps, une demande de mise à l'enquête des modifications du tracé était adressée à M. le Préfet pour être délibéré sur le tout, en une seule fois, par le Conseil municipal.

Cette demande fut transmise immédiatement à M. l'ingénieur en chef du service qui se disposait à émettre un avis favorable, lorsqu'il fut prévenu par le représentant du concessionnaire, que ce dernier étudiait le moyen de prolonger la ligne gare de Vienne gare des Lices jusqu'à la poudrière, en empruntant la ligne du tramway de Châteaurenault, de manière à desservir plus complètement ce quartier ouvrier et à se rapprocher le plus possible du cimetière de la ville.

L'étude de ce projet se poursuit activement et tout fait supposer qu'une entente favorable interviendra entre le concessionnaire et la Compagnie des Tramways de Loir-et-

Cher, rétrocessionnaire de la ligne de Blois à Châteaurenault.

Dès que l'avant-projet sera complété dans le sens du prolongement, le tout sera mis à l'enquête, en même temps le Conseil sera appelé incessamment à délibérer sur l'ensemble.

Mais avant tout, le concessionnaire de ces projets insiste pour des raisons très légitimes, que les traités portant concession de la distribution d'énergie et d'entreprise de l'élévation des eaux reçoivent sans tarder l'approbation préfectorale.

En ce qui concerne la ville, lorsque le projet sera mis à chef, au point de vue administratif, la tâche du Conseil sera remplie et nous n'aurons plus à attendre que le décret d'utilité publique soit rendu et l'exécution des travaux; mais il n'en est pas de même du concessionnaire qui, pour exécuter ces travaux, faire l'acquisition du matériel et exploiter, doit constituer une Société avec les capitaux nécessaires, soit près de 2 millions.

Les concessionnaires informent la ville que tous les éléments pour constituer la Société sont prêts et que les capitalistes qui doivent former la somme nécessaire à l'affaire attendent que les deux traités, dont l'approbation est du ressort de l'administration préfectorale, soient revêtus de cette approbation.

L'administration municipale reconnaissant qu'en effet, dans l'intérêt de la prompte réalisation des projets, il y avait lieu, pour les concessionnaires, de conduire de front le projet, au point de vue administratif en même temps qu'au point de vue financier, fit des démarches pressantes auprès de M. le Préfet et a obtenu la promesse que toute diligence serait faite pour instruire d'abord les deux traités présentés par la ville et concernant la concession de distribution de force et l'ascension des eaux et donner son approbation dans le plus bref délai.

Le député de la première circonscription de Blois, mis au courant de cette affaire, a bien voulu s'y intéresser, au point qu'il a fait une démarche auprès de M. le Préfet pour solliciter l'approbation des traités que nous lui avons soumis.

Le Conseil général de Loir-et-Cher qui s'intéresse aussi vivement à l'établissement du réseau de tramways, a bien voulu, dans sa dernière session, émettre le vœu qu'aucun retard ne soit apporté à la réalisation du projet.

On peut donc espérer qu'en présence de l'intérêt que présente cette affaire, et avec les concours qui ont bien voulu se joindre à la ville, M. le Préfet approuvera les deux traités qui lui sont présentement soumis et que l'on pourra voir, dans un temps très prochain, le commencement des travaux de ces grands services qui accroîtront, dans la plus large mesure, l'activité commerciale et industrielle de notre ville.

La Brianne (Basses-Alpes). — *Usine hydraulico-électrique.* — La *Société d'Énergie électrique du littoral méditerranéen* fait installer par la *Compagnie française Thomson-Houston* une usine hydraulico-électrique sur la rive droite de la Durance, près de la Brillanne (Basses-Alpes). Cette usine comportera l'installation de cinq groupes turbo-alternateurs composés chacun d'une turbine hydraulique de 2600 poncelets sous 22 m de chute et d'un alternateur triphasé de 500 kv-A débitant du courant triphasé sous 7500 v, à la fréquence 25, l'ensemble tournant à la vitesse de 250 t : m.

Chaque groupe alimentera un groupe de 3 transformateurs à courants alternatifs simples à bain d'huile élevant la tension des générateurs à 50 000 v. Le courant secondaire sera envoyé dans une double série de barres-omnibus à 50 000 v qui alimentera 5 départs triphasés à 50 000 v. Cette usine sera donc capable de produire une puissance de 10 à 12 000 kw en marche continue.

Deux des départs à 50 000 volts se dirigeront vers Arles pour aboutir, après un trajet de 120 km, à un poste de transformation voisin d'Arles actuellement en cours de construction.

Les trois autres départs à 50 000 v se dirigeront vers Marseille pour aboutir, après un trajet de 90 km, à un poste de transformation situé à Allauch, dans les environs de Marseille et déjà installé par les soins de la Compagnie Thomson Houston. C'est la première fois qu'il aura été fait emploi, par l'industrie française, d'une tension triphasée aussi élevée.

Saint-Quentin. — *Éclairage.* — Il a été question au Conseil municipal de l'extension et de la transformation du réseau de distribution électrique de cette ville, M. Ternynck a lu un rapport très documenté dans lequel il propose d'émettre un avis favorable au projet tout en faisant des réserves sur le litige éventuel avec la Compagnie du gaz qui a protesté à l'enquête. Ces conclusions sont adoptées.

ÉTRANGER

Constantinople. — *Traction électrique.* — Le Ministre de la justice de Turquie a obtenu du sultan la concession d'un tramway électrique entre Scutari et Kadikeyi, faubourg important de la côte asiatique du Bosphore.

Le grand-maître de l'artillerie, Zeki-pacha, a obtenu également l'autorisation d'installer dans Constantinople l'éclairage électrique.

C'est là une nouvelle des plus importantes car jusqu'ici l'électricité engendrée par les dynamos était formellement interdite en Turquie, ainsi que les téléphones sans qu'on puisse en expliquer la raison. L'emploi des télégraphes actionnés par des piles était seul autorisé. Si cette interdiction était définitivement levée, l'avenir de l'électricité en Turquie pourrait être des plus brillants, notamment dans les exploitations minières de la Turquie d'Asie où l'absence d'électricité pour l'éclairage et la force motrice créait les plus graves embarras.

Holyoke (États-Unis). — *Station centrale.* — Une importante station centrale possédant à la fois des turbines à eau et à vapeur vient d'être établie sur les bords de la rivière Connecticut, à Holyoke, près d'une large digue qui barre la rivière.

Elle contient actuellement 3 turbines hydrauliques de 750 poncelets directement accouplées chacune à un alternateur de 600 kw produisant des courants triphasés à 2300 v. 3 turbines à vapeur Curtis de 500 kw, alimentées par 7 chaudières, servent de réserve et assurent le service en cas de baisse anormale des eaux. L'eau est amenée aux turbines par 3 conduites forcées débouchant dans un canal dérivé du lit de la rivière. Une petite turbine hydraulique, alimentée par une quatrième conduite forcée, entraîne l'excitatrice fournissant le courant nécessaire aux inducteurs des alternateurs. Les chaudières qui alimentent les turbines à vapeur Curtis sont verticales et sont du type Manning. L'eau d'alimentation de ces chaudières est prise soit dans le canal, soit dans la rivière, soit sur la distribution urbaine, soit dans les produits de condensation. Des filtres et des épurateurs permettent de purifier cette eau. La vitesse angulaire des turbines à vapeur est de 900 t : m. L'eau d'injection pour les condenseurs est prise dans le canal.

Les câbles employés pour relier les alternateurs au tableau de distribution sont isolés au papier imprégné et sont placés dans des tuyaux en fer. L'usine alimente trois feeders qui desservent le réseau de distribution de la ville. L'un des feeders va à une papeterie; sur ce dernier, dont la longueur est de 6,5 km environ, la tension est élevée à 6600 volts au moyen de 3 transformateurs à huile de 75 kw.

CONDENSATEURS INDUSTRIELS

POUR HAUTE TENSION

Une des plus intéressantes curiosités que présentait l'Exposition de Milan, au point de vue électrique, était les condensateurs tubulaires de la Société générale des Condensateurs électriques de Fribourg, construits suivant les brevets Moscicki.

Quoique les premiers travaux entrepris par l'inventeur, pour la réalisation d'un type de condensateur à haute tension en vue de la fabrication de l'acide azotique par l'action des décharges électriques dans l'air, ne datent que de deux ans, les résultats obtenus avec ces appareils sont des plus concluants et permettent de constater un progrès important dans la construction des condensateurs.

Ce progrès est d'autant plus intéressant que les applications des condensateurs aux courants alternatifs sont jusqu'ici restées sans succès, presque uniquement à cause de l'insuffisance de viabilité de ces appareils.

La réalisation des condensateurs pour haute tension a fait l'objet de nombreux travaux depuis une quinzaine d'années, mais les tentatives n'avaient été dirigées que du côté des condensateurs plans. Tels les condensateurs Lombardi, qui furent les meilleurs du genre, mais dont le prix était assez élevé.

Les expériences entreprises par M. Moscicki sur les appareils à diélectrique plan lui ont permis d'établir quelques points importants dont les principaux sont les suivants :

1° La résistance des condensateurs diminue considérablement sur les bords du diélectrique, car tous les appareils percés par les étincelles le furent sans exception dans le voisinage des bords.

2° La surface de refroidissement est toujours insuffisante pour un service continu, d'où désagrégation de la masse isolante et accroissement considérable des pertes.

Bien que l'auteur soit arrivé à constituer des condensateurs plans à lames de verre résistant à une tension de près de 10 000 volts, l'insuffisance du refroidissement a augmenté les pertes d'une façon inadmissible pour un service industriel.

Ces constatations conduisirent M. Moscicki à adopter la forme tubulaire à col renforcé permettant ainsi d'obtenir des appareils résistants à des tensions beaucoup plus élevées qu'avec les condensateurs plans à diélectrique d'épaisseur uniforme.

L'armature extérieure était constituée par un dépôt d'argent, obtenu chimiquement, et s'arrêtant sur le col plus épais, tandis que l'armature intérieure était formée par du mercure.

L'inventeur a pu ainsi reconnaître que du verre d'une épaisseur de 0,5 mm peut supporter des tensions allant jusqu'à 67 000 volts, si la partie sous les bords des armatures est suffisamment renforcée, tandis que le même verre avec une épaisseur uniforme ne supporte guère que 11 700 volts.

Les essais faits avec des condensateurs tubulaires à col très épais, pour amener la perforation de la partie mince du tube, et à col peu épais, pour provoquer la perforation sur les bords, ont conduit M. Moscicki aux résultats particulièrement intéressants suivants :

1° La tension de rupture sur la partie mince du tube, c'est-à-dire à une certaine distance des bords des armatures, est sensiblement proportionnelle à l'épaisseur.

2° La tension de rupture sur le col, c'est-à-dire sur le bord des armatures, est au contraire proportionnelle à la racine carrée de l'épaisseur.

Comme la capacité est, approximativement, inversement proportionnelle à l'épaisseur, on voit tout l'avantage que l'on pouvait tirer de ces résultats au point de vue de la construction des condensateurs tubulaires, puisque la partie renforcée du tube doit seule être augmentée comme le carré de la tension, ainsi que cela se passe pour l'épaisseur uniforme du diélectrique des condensateurs plans.

Plus exactement, la puissance apparente absorbée par un condensateur étant en général $2\pi fCU^2$ (f étant la fréquence des courants d'alimentation, C la capacité et U la tension), on voit que, pour un tube de hauteur et de diamètre donnés et d'épaisseur croissante, cette puissance augmente proportionnellement à la tension, si l'épaisseur croît elle-même comme la tension, de façon à conserver le même coefficient de sécurité au point de vue de la rupture à l'étincelle.

Avec les condensateurs plans, au contraire, pour une même surface du diélectrique et le même coefficient de sécurité, la puissance apparente absorbée reste sensiblement indépendante de la tension.

Il résulte de ceci, que le prix de revient des condensateurs tubulaires par kilovolt-ampère décroîtra dans le rapport inverse de la tension aux bornes, alors qu'il restait sensiblement le même avec les condensateurs plans. Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur ce point capital.

La mise au point industrielle des condensateurs tubulaires a été faite par la Société générale des Condensateurs électriques, dont le but principal a été de réaliser, avec un coefficient de sécurité relativement grand, des appareils à rendement aussi élevé que possible et à refroidissement facile.

Les types de condensateurs adoptés, après quelques tâtonnements, se composent, par élément, d'un tube de verre T (fig. 1) fermé à une de ses extrémités et rétréci à l'autre; la partie rétrécie ayant une épaisseur de 3 à 4 fois plus forte que le reste du tube.

Les armatures intérieure et extérieure sont constituées par une argenture très mince, obtenue chimiquement, de façon à éliminer complètement l'interposition de l'air; de plus, l'armature extérieure est elle-même recouverte d'un cuivrage beaucoup plus épais qui lui donne la consistance nécessaire.

Le rétrécissement du tube à son extrémité libre a pour effet de réduire le bord de lame isolante à de très faibles dimensions, ce qui permet d'obtenir une isolation parfaite en adoptant un revêtement en matière isolante formé par un isolateur à cannelures I (fig. 2) scellé au verre. Cet isolateur est muni d'un emmanchement à baïonnette.

Chaque élément est muni d'un contact supérieur P_1 relié à l'armature intérieure et d'un contact inférieur P_2 fixé à l'armature extérieure. Il est ensuite disposé dans un tube de laiton ou de tôle L à fermeture étanche assurée par une capsule dans laquelle est engagé un bouchon conique en caoutchouc *b* sur lequel l'isolateur en porcelaine vient faire pression.

La prise de courant inférieure est réunie au tube enveloppe et la partie annulaire, comprise entre ce tube et le tube de verre, est remplie d'un mélange incongelable d'eau et de glycérine. Grâce à ce dispositif, la chaleur perdue est répartie dans toute la masse liquide et chaque élément a comme surface de refroidissement la surface extérieure du tube enveloppe que l'on peut noircir pour augmenter son rayonnement au lieu de la partie extérieure du cuivrage.

Les tubes de verre sont fixés à l'enveloppe par des supports élastiques. Les éléments ainsi constitués ont une hauteur variable suivant les types, les trois types courants ont des hauteurs respectives de 135, 95 et 55 cm, le diamètre extérieur de l'enveloppe est de 5 cm dans tous les cas. L'épaisseur du tube de verre est en général de 1 mm environ, par 10 000 volts, ce qui correspond à une tension critique de 135 000 volts et à un coefficient de sécurité de 13,5.

Les éléments sont montés en quantité et chacun d'eux est muni d'un fusible qui l'isole du circuit en cas d'accident en laissant les autres tubes en service.

La figure 3 représente un croquis d'encombrement d'une batterie de 12 éléments dont les constantes sont les suivantes : capacité 0,077 microfarad avec une puissance apparente de 2400 volts-ampères pour une tension aux bornes de 10 000 volts.

Les éléments sont utilisés normalement, suivant les épaisseurs du diélectrique, pour des tensions de 10 000 à 20 000 volts. Pour des tensions plus élevées, les éléments sont groupés en série; certaines batteries sont ainsi établies pour 100 000 volts.

Pour les tensions inférieures à 10 000 volts, il y a intérêt, le plus souvent, à employer aux lieu et place des condensateurs, des transformateurs élévateurs de tension dont le secondaire est fermé sur un condensateur à haute tension.

Ce dispositif n'est avantageux que dans certaines conditions qui sont d'ailleurs les plus communes en pratique. M. Boucherot, à qui l'on doit de nombreuses études sur les condensateurs et leurs propriétés, a étudié plus spécialement le cas où l'on cherche à détruire l'effet d'une self-induction par l'emploi d'une capacité en série. Dans ces conditions, il a établi que si l'on remplace un condensateur à basse tension par un dispositif, constitué par un transformateur avec secondaire fermé sur un condensateur à haute tension, il existe une puissance du transformateur plus convenable permettant de tirer de ce dernier le maximum d'effet. Cette puissance correspond au double de celle du condensateur qu'il aurait fallu intercaler directement, tout au moins en ce qui concerne le dimensionnement du secondaire. De plus, la puissance

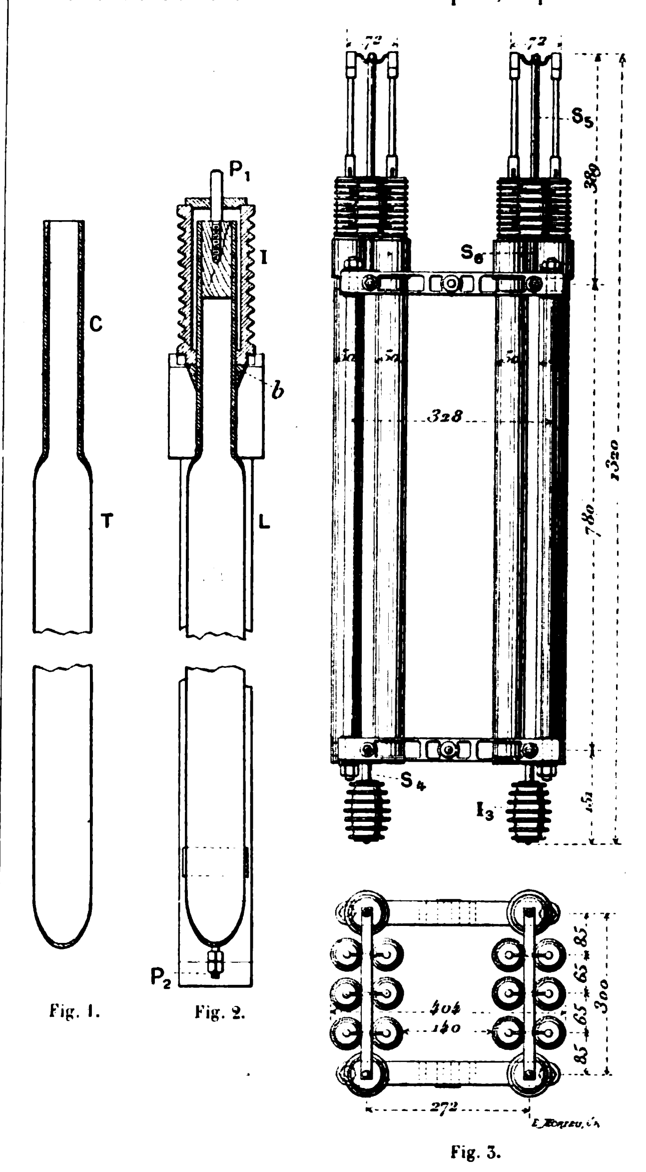


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

apparente du condensateur à placer dans le secondaire est également double de celle du condensateur à basse tension.

En admettant, comme nous l'avons vu plus haut, que la puissance d'un condensateur, pour un même coefficient de sécurité, croît avec la tension, ou encore que son prix de revient décroît proportionnellement à l'augmentation de tension, il en résulte que le prix du condensateur sera le même dans les deux cas, et que, par suite, il n'y a aucun intérêt dans l'emploi d'un transformateur intermédiaire, puisque le prix de ce dernier vient en augmentation du prix du condensateur à haute tension.

Il n'en sera plus de même si le condensateur est placé en dérivation aux bornes du circuit inductif, de façon à annuler le décalage dans l'ensemble des deux circuits en parallèle.

Dans ce cas, la puissance du condensateur à placer dans le secondaire du transformateur est évidemment la même que celle de celui qu'il aurait fallu placer directement, de sorte que le dispositif avec transformateur devient plus avantageux que l'emploi du condensateur direct, dès que le prix du kilovolt-ampère du transformateur devient inférieur à celui du kilovolt-ampère du condensateur pour la valeur adoptée de la haute tension.

On peut aussi, pour annuler la réactance d'un circuit, employer à la place d'un condensateur à basse tension une combinaison d'une self-induction et d'un condensateur à haute tension montés en série. M. Boucherot a montré que, dans ce cas, cette combinaison devient rapidement avantageuse, même en tenant compte du prix de la bobine de self-induction supplémentaire, lorsque le prix du condensateur par kilovolt-ampère décroît proportionnellement à l'augmentation de tension.

Le même dispositif employé en dérivation sur un circuit sera, au contraire, sans avantage sur le condensateur simple, puisque, le courant devant rester le même dans les deux cas, le produit UC sera constant pour les deux condensateurs. Il en résultera que les puissances de ces deux appareils seront dans le rapport des tensions et que, par suite, leurs prix seront les mêmes, non compris le transformateur dont le prix sera à compter en plus.

En somme, l'emploi d'une self-induction avec condensateur en série ne sera avantageux que pour le montage en série avec la self-induction à équilibrer.

Pour montrer la concordance de l'hypothèse faite avec la réalité, nous indiquerons les prix suivants des condensateurs par kilovolt-ampère qui nous sont communiqués par la Société des Condensateurs électriques :

Pour une tension de	20000 volts. . .	25 fr	le kilovolt-ampère.
—	15000 — . . .	32 fr	—
—	10000 — . . .	47 fr	—

Ces prix sont de beaucoup inférieurs à ceux des condensateurs plans, surtout pour les tensions les plus élevées; ils sont, dans les cas les plus défavorables, du même ordre que ceux des moteurs synchrones qui peuvent être employés dans le même but pour la production des courants déwattés. Les condensateurs ont, de plus, l'avantage d'un rendement très élevé.

Le rendement des condensateurs tubulaires en verre est en effet presque toujours supérieur à 99 pour 100. M. Moscicki avait déjà montré dans ses essais que les pertes dans un condensateur tubulaire évaluées en pour 100 de la puissance apparente sont, pour une même fréquence et une même épaisseur du diélectrique, sensiblement proportionnelles à la tension, et que, de plus, si l'on conserve une épaisseur telle que la différence de potentiel par cm d'épaisseur ne dépasse pas 25000 volts, ces pertes étaient inférieures à 1 pour 100 pour un courant d'alimentation à 50 périodes par seconde. Ces pertes ont pu, par suite de précautions et de perfectionnements, être encore réduites dans une notable proportion, de sorte que le rendement se maintient à 99 pour 100, même pour tension dépassant la limite précédente.

Applications diverses des condensateurs a haute tension. — Les condensateurs à haute tension sont susceptibles d'un certain nombre d'applications, la plupart bien connues, et que nous allons signaler, en insistant plus spécialement sur quelques-unes qui sont d'un caractère plus nouveau ou qui s'adaptent plus spécialement aux condensateurs tubulaires.

Suppression du décalage. — Une des applications les plus revendiquées en faveur des condensateurs est celle de la suppression du décalage de phase dans les réseaux inductifs.

Les effets que l'on peut tirer de l'emploi des condensateurs sont alors les mêmes que procure l'adoption des moteurs synchrones surexcités, c'est-à-dire que le facteur de puissance peut être ramené au voisinage de l'unité.

Les condensateurs présentent, en outre, un avantage sérieux : c'est qu'ils ne nécessitent aucun entretien dispendieux ni aucune surveillance et que leur prix est moins élevé que celui des moteurs synchrones, au moins pour les hautes tensions ou pour les puissances ordinaires.

Il y a toutefois un inconvénient à signaler, celui des phénomènes possibles de résonance, soit avec l'onde fondamentale, soit avec les harmoniques d'ordres supérieurs. Avec l'emploi de condensateurs, il y a lieu de s'assurer que ces résonances ne peuvent pas se produire. Comme celles-ci, pour un harmonique d'ordre p, dépendent, ainsi qu'on le voit facilement, de l'importance de la quantité $\frac{L+l}{p\omega^2 Ll}$ (L étant le coefficient de self-induction du réseau et l celui de la génératrice), il suffit de déterminer la valeur de C pour qu'elle soit plus grande que cette quantité pour $p = 1$. On y arrivera toujours en cherchant à produire, avec les condensateurs placés en dérivation sur le réseau, des courants déwattés peu inférieurs au courant magnétisant total à produire.

En opérant ainsi, on rendra aussi impossibles les effets de résonance avec les harmoniques successives du courant.

L'emploi de condensateurs déterminés dans ces conditions aura, de plus, pour effet d'épurer en général la courbe de la différence de potentiel aux bornes du réseau. Car bien que, dans les conditions que nous venons d'indiquer, le condensateur placé en dérivation constitue une faible résistance apparente pour ces harmoniques et force ainsi les courants correspondants à prendre une amplitude plus grande, la valeur de l'amplitude de l'harmonique correspondant de la différence de potentiel aux bornes, laquelle dépend de l'amplitude du courant, se

trouve néanmoins réduite comme le montre le calcul [1].

Les condensateurs, toujours dans les mêmes conditions de capacité par rapport à la self-induction du réseau et de la génératrice, agiront aussi efficacement sur les effets de surtensions exagérées provenant, par le fait de résonance, des variations brusques de charge, des courts-circuits, du fonctionnement normal des interrupteurs.

Enfin, les condensateurs placés en dérivation sur un réseau mettront, si ces appareils sont installés à l'usine génératrice, cette usine complètement à l'abri de toute influence des décharges atmosphériques de nature oscillatoire. Toutefois, dans ce cas, le milieu de la batterie, formée par plusieurs condensateurs montés en série, devra être mis en communication avec la terre.

Dans ce cas, en effet, le réseau et chaque demi-batterie de condensateurs constituera un circuit de très faible résistance, puisque, pour les hautes fréquences des courants de décharge, le condensateur présentera une résistance apparente sensiblement nulle, tandis que pour les courants de fréquence normale, la réactance sera très grande.

Dans le même ordre d'idées que la suppression du décalage, les condensateurs peuvent encore être employés pour la trisection d'un courant alternatif destiné à l'alimentation d'un moteur asynchrone, soit diphasé, soit triphasé, ou simplement pour son démarrage. Ce dispositif a été employé avec les condensateurs tubulaires par MM. Wust et Cie, de Seebach, pour des moteurs à ascenseurs.

Protection des réseaux contre les décharges atmosphériques. — Une seconde application également très intéressante et moins connue que la précédente est la protection du réseau contre les effets divers de la foudre ou des décharges atmosphériques.

Les accidents qui peuvent se produire peuvent être dus aux trois causes suivantes :

1° Coup de foudre sur un point du réseau;

2° Décharges atmosphériques oscillatoires produisant, par induction dans les lignes, des courants à très haute fréquence;

3° Charge statique des lignes par induction électrostatique ou par simple contact de corps électrisés : nuages, air sec, neige, poussières en suspension dans l'atmosphère, etc.

Les accidents dus à la première cause sont très rares, presque impossibles à éviter d'ailleurs et n'endommagent le plus souvent que les parties du circuit atteintes directement.

Les accidents dus aux deux autres causes sont extrêmement fréquents et ont pour effet de produire des surtensions contre lesquelles on a surtout employé deux genres de parafoudres : ceux à distance explosive, dont les types les plus courants sont les parafoudres à peignes et à cornes, et ceux à résistance liquide ou autre.

Nous ne ferons pas ici le procès de ces appareils qui ont de nombreux inconvénients; nous dirons seulement que l'intensité des courants qu'il s'agit d'écouler à la terre, pour éviter toute surtension exagérée, est beaucoup plus élevée qu'on ne le croit généralement et peut atteindre facilement plusieurs centaines d'ampères, sans créer le plus souvent d'effet calorique appréciable à cause de la faible durée du phénomène.

Que peuvent faire les parafoudres à cornes, réglés pour des tensions plusieurs fois supérieures à celle du réseau, et les parafoudres à grande résistance sans induction contre de tels courants?

L'emploi de condensateurs, placés en dérivation entre

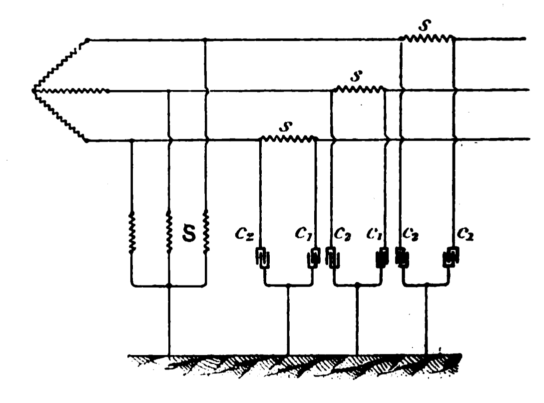


Fig. 4.

les conducteurs du réseau et la terre, permet l'écoulement facile de ces courants, lorsqu'ils sont de nature oscillatoire.

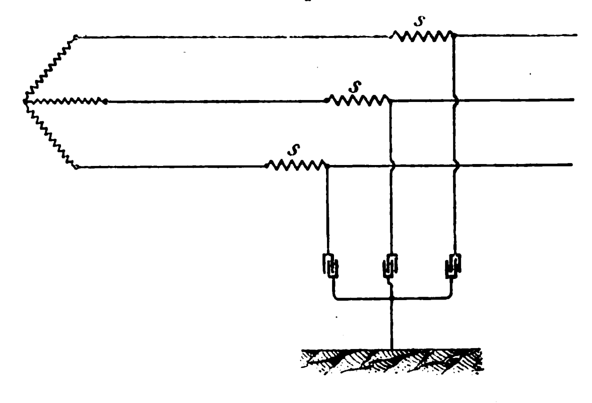


Fig. 5.

La résistance apparente des condensateurs est en effet sensiblement nulle pour la fréquence des courants produits, de sorte que ceux-ci s'écoulent à la terre sans surtension appréciable. Un condensateur qui absorbera à

[1] On reconnait aisément, en effet, que si E_p est la valeur efficace de la f. é. m. d'un harmonique d'ordre p, les expressions correspondantes du courant dans le condensateur et de la différence de potentiel aux bornes sont, en supposant les résistances négligeables :

$$I_p = \frac{E}{\left(1 - \frac{1}{p^2\omega^2 LC}\right) p\omega l - \frac{1}{p\omega C}}$$

et

$$U_p = \frac{E_p p\omega L}{p^2\omega^2 CL - p\omega (L + l)}$$

expressions qui montrent que I_p croit avec C tandis que U_p décroit lorsque C augmente.

la fréquence 50 un courant de 0,1 ampère, par exemple, laissera passer un millier d'ampères dès que la fréquence deviendra supérieure à 500 000 périodes par seconde, sans augmentation de tension.

L'emploi de condensateurs seuls n'empêchera toutefois pas les surtensions dues aux décharges statiques, mais l'on pourra employer contre celles-ci des bobines de self-induction à faible résistance ohmique qui laisseront passer les décharges sous forme de courant continu.

Le montage de ces appareils de protection sur les réseaux pourra se faire suivant le schéma de la figure 4 lorsqu'il s'agira d'une station centrale ou d'une sous-station importante.

Chaque fil de ligne comporte une self-induction protégeant la station, et deux batteries de condensateurs $c_1 c_2$ sont montées en quantité sur les bornes de ces self-inductions. Les condensateurs c_2 sont disposés uniquement pour assurer l'écoulement à la terre de la faible partie des décharges qui passeront à travers les self-inductions pour déterminer le fonctionnement de celle-ci. Ces condensateurs pourront être supprimés lorsqu'il s'agira d'un poste de peu d'importance (fig. 5).

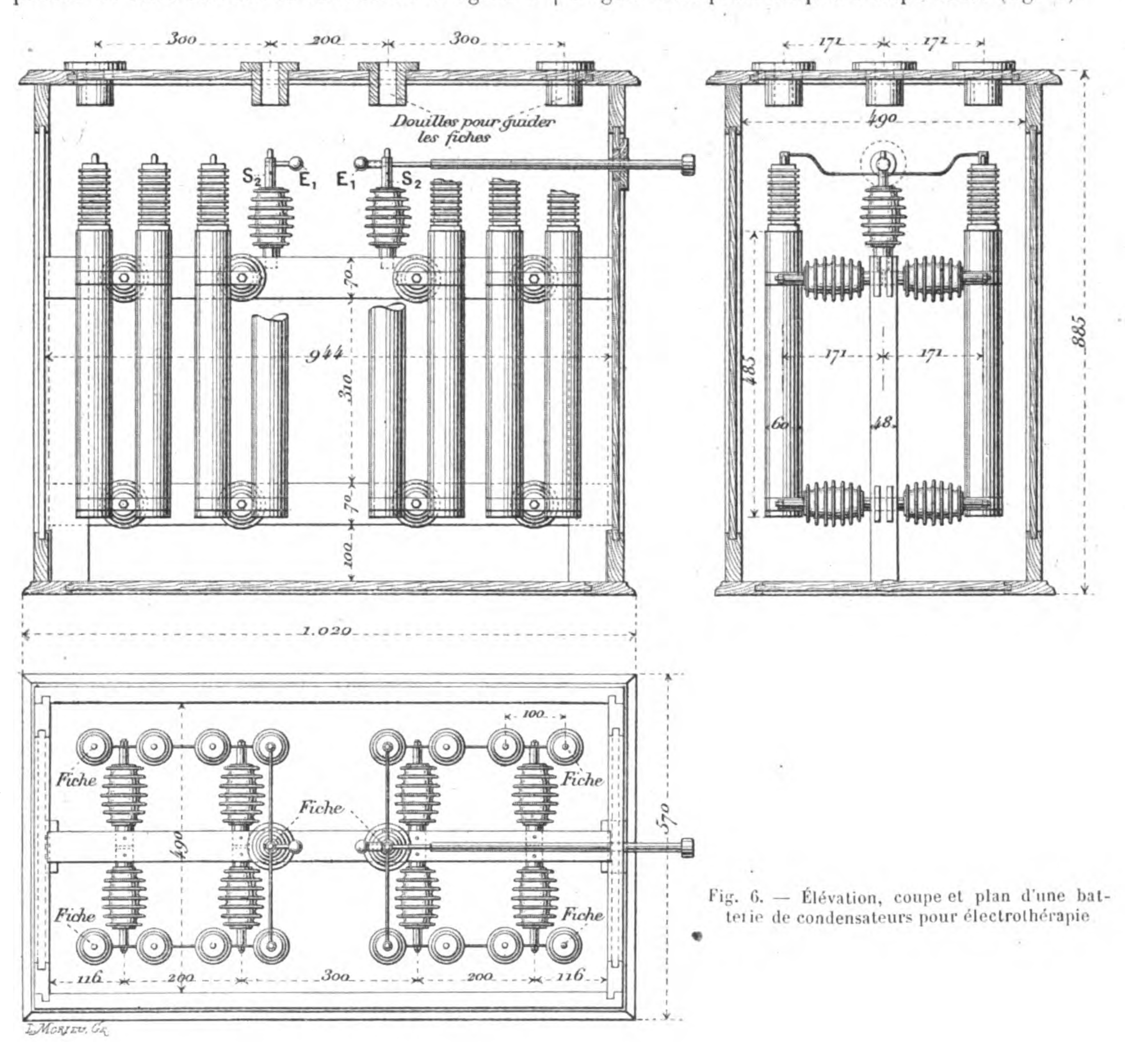


Fig. 6. — Élévation, coupe et plan d'une batterie de condensateurs pour électrothérapie

La protection contre les effets statiques sera assurée par la bobine de self-induction S. Dans le cas de courants alternatifs simples, c'est le milieu de la bobine qui sera relié à la terre.

La batterie simple pour parafoudre comporte, en général, six tubes qui sont munis chacun d'un fusible, comme nous l'avons dit. Elles sont prévues pour supporter la tension entre les conducteurs de la ligne, quoique la tension soit plus faible (60 pour 100 environ dans le cas du triphasé et 50 pour 100 pour le courant alternatif simple).

D'une façon générale, chaque entrée de poste devra être munie d'une batterie de condensateurs, mais il suffira d'une seule bobine de self-induction pour protéger un réseau dans un rayon de 25 à 30 km environ.

Suppression des extra-courants dans les moteurs de tramways. — On peut employer aussi les condensateurs pour supprimer les effets dus aux extra-courants dans les moteurs de tramways au moment de la suppression de courant ; il suffit de mettre en dérivation aux bornes de l'ensemble du moteur un condensateur et d'ajouter une légère self-induction en série avec les moteurs. Les ruptures de courant occasionnées par les lâchages du

trolley, ou lorsque les voitures quittent les rails produisent des courants oscillatoires à haute fréquence qui traverseront la batterie dont la réactance est alors sensiblement nulle.

Autres applications. — En dehors des applications précédentes, les condensateurs peuvent également être employés pour la télégraphie sans fil au lieu et place des bouteilles de Leyde, dont les défauts sont très nombreux, ainsi que pour la production des rayons X et pour l'électrothérapie et, d'une façon générale, pour la production des courants de haute fréquence dans les laboratoires.

Les éléments adoptés sont alors ceux de 55 cm de hauteur. Nous donnons figure 6 un croquis d'encombrement d'une batterie pour électrothérapie (élévation, coupe et plan).

En résumé, les condensateurs tubulaires sont susceptibles d'être appliqués dans la plupart des cas qui sont indiqués par la théorie, et les résultats obtenus permettent d'augurer qu'ils sont destinés à rendre quelques services. C'est à ce titre que nous avons tenu à les signaler.

C. F. GUILBERT.

AIMANTS PERMANENTS EN FONTE TREMPÉE

Dès 1897, M. J. R. Ashworth, en étudiant expérimentalement les propriétés magnétiques de la fonte, avait remarqué que ces propriétés étaient comparables à celles des aciers au tungstène. En avril 1906, M. B. O. Peirer, de l'*Harward University*, avait attiré l'attention de l'Académie des sciences américaines sur le fait que la fonte trempée constitue un *matériau* convenable pour la fabrication des aimants permanents.

M. Albert Campbell, du *National Physical Laboratory* de Londres, estimant que la question présente de l'importance aussi bien au point de vue scientifique que pour la fabrication des instruments de physique, a entrepris une série d'expériences en vue de déterminer ces propriétés et de fixer les méthodes de trempe les plus convenables pour obtenir de bons résultats.

Les essais ont porté sur de la fonte ordinaire, soit sous la forme de barreaux de $10 \times 1 \times 1$ cm, soit sous celle d'anneaux de 12,5 et 13 cm de diamètre, mais en leur donnant respectivement des sections de 1 et 6 cm^2, en vue de déterminer l'influence des dimensions sur la valeur de la méthode de trempe.

Les échantillons ont été chauffés à 1000°C dans un four à moufle, la température étant mesurée à l'aide d'un couple thermo-électrique, et trempés rapidement dans de l'eau à la température ambiante. Cette trempe doit être faite avec précaution, car à une température aussi voisine du point de fusion, la fonte devient très fragile. Pour éviter toute rupture, l'anneau épais a été placé dans un étrier en fer forgé en forme d'U lui servant de support et les deux pièces étaient plongées simultanément dans l'eau.

Après la trempe, les barreaux ont été aimantés en créant autour d'eux un champ magnétique intense à l'aide d'un solénoïde de 16 cm de longueur renfermant 70 spires, d'une résistance de 0,1 ohm environ, et relié pendant un temps très court à une source électrique de 50 volts, ce qui correspond à une force magnétomotrice d'environ 35 000 ampères-tours.

On a ensuite déterminé l'induction rémanente $\mathcal{B}$ au milieu de la barre et la *coercivité*, c'est-à-dire la valeur du champ magnétisant $\mathcal{H}$ de sens inverse à celui de l'aimantation nécessaire pour produire cette désaimantation.

Plus ce champ est intense, plus le barreau tend à conserver son magnétisme. Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus par M. Campbell sur des aimants en fonte trempée et sur des barreaux d'acier trempé M et N, le barreau M provenant de M. Marchal, de Paris, et le barreau N des Forges d'Allevard.

Nature des barreaux.	Induction rémanente $\mathcal{B}$ en gauss.	Coercivité $\mathcal{H}$ en gauss.
Fonte trempée.		
N° 1	1775	52,8
N° 2	1670	48,9
N° 3	1690	50,4
N° 4	1850	52,1
Acier à aimants		
M	2550	55,5
N	2950	73,0

Ce tableau montre que la fonte ordinaire trempée peut servir à la fabrication d'aimants ayant une rémanence

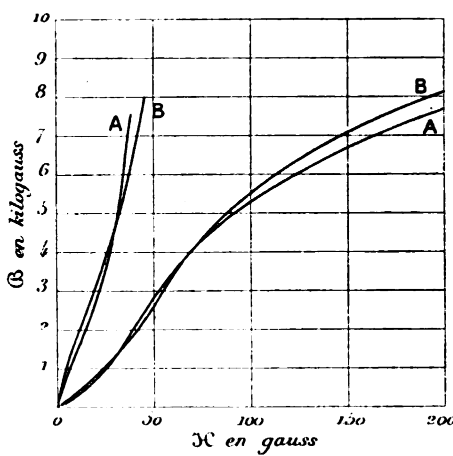


Fig. 1. — Induction magnétique et coercivité de la fonte trempée.

comparable à celle des aimants en acier et une coercivité supérieure.

Les expériences faites sur les deux anneaux ont donné des résultats équivalents et montré que la trempe agit aussi bien sur l'anneau épais que sur l'anneau mince.

Les figures 1 et 2 résument les résultats obtenus sur ces anneaux.

La figure 1 donne la valeur de l'induction $\mathcal{B}$ en fonction du champ magnétisant $\mathcal{H}$ pour l'anneau épais A et

l'anneau mince B (courbes hautes) et les valeurs correspondantes pour la coercivité $\mathcal{H}$ en fonction de l'induction (courbes basses).

La figure 2 donne les valeurs de l'induction $\mathcal{B}$ en

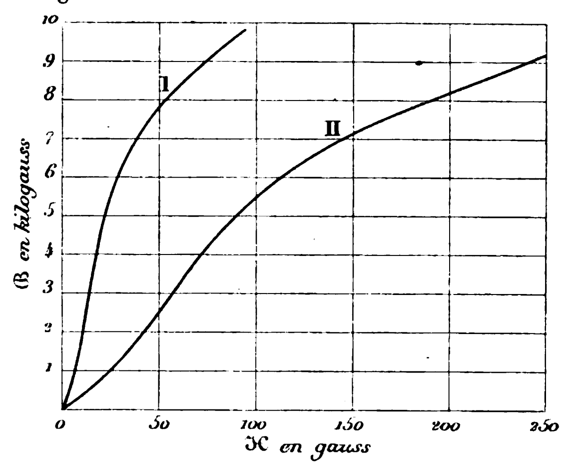


Fig. 2. — Induction magnétique de la fonte trempée et non trempée en fonction du champ magnétisant.

fonction de $\mathcal{H}$ pour l'anneau mince avant la trempe (courbe I) et après la trempe (courbe II).

Ces résultats sont très encourageants et permettent d'espérer, eu égard à la coercivité élevée de la fonte trempée, que l'on pourra, avec ce *matériau*, établir des appareils de mesure économiques et d'une désaimantation moins facile. L'expérience nous fixera bientôt sur ce point. É. H.

LA

CAPACITÉ D'UNE BATTERIE D'ACCUMULATEURS

FONCTIONNANT A RÉGIME VARIABLE

M. Faure-Munro a donné, dans le n° 355 de *L'Industrie électrique*, une très intéressante méthode permettant de résoudre cette question. On peut arriver au résultat indiqué par M. Faure-Munro, en raisonnant comme il suit.

D'après Peukert, si n est un coefficient dépendant du type des éléments et k une constante dépendant de la capacité des éléments employés, on a toujours :

$$I^n t = k.$$

I étant l'intensité du courant de décharge et t la durée de la décharge à intensité constante. Si la décharge a lieu à intensité variable, la constante k sera égale à la somme des valeurs instantanées, c'est-à-dire à

$$\int_0^{t_1} I^n \, dt = k.$$

La valeur de l'intégrale pourra être déterminée graphiquement en construisant la courbe I_1^n, en fonction de t, et en mesurant la surface comprise entre l'axe des y, l'ordonnée t, cette courbe et l'axe des x. On pourra aussi transformer la courbe en une série de rectangles, et on aura :

$$k = \Sigma\,(I^n t).$$

Connaissant la valeur de la constante k d'un élément, on peut en déduire la capacité à un régime donné, indiqué soit par son intensité, soit par sa durée.

Si l'intensité I_0 est donnée, on doit trouver t_0 la durée, et la capacité sera

$$Q_0 = I_0 t_0$$

$$I_0^n \,.\, t_0 = k = Q_0 \,.\, I_0^{n-1}$$

$$Q_0 = \frac{k}{I_0^{n-1}}.$$

Si la durée de la décharge est donnée, on cherche l'intensité et on a :

$$I_0 = \sqrt[n]{\frac{k}{t_0}}.$$

Dans le cas indiqué par M. Faure-Munro, on a :

$$\Sigma I^n t = 22965$$

$$n = 1{,}33 \quad \Sigma It = 2606 \text{ A-h}, \quad \Sigma t = 10 \text{ heures}.$$

Si l'on cherche la capacité que doit avoir la batterie pour une décharge constante en 10 heures on a :

$$I_{10} = \sqrt[1{,}33]{\frac{22965}{10}} = 336{,}5 \text{ A}.$$

Pour une décharge constante en 10 heures répondant à la décharge variable, la capacité devrait être de

$$336{,}5 \,.\, 10 = 3365 \text{ A-h}$$

tandis que la quantité débitée au régime variable ΣIt a été de 2606 A-h.

On peut, d'une manière analogue, calculer la quantité d'électricité contenue dans une batterie donnée, après une décharge à régime variable.

Soit Q_0 la capacité de la batterie au régime $t_0 I_0$.

La constante k_0 de la batterie est $k_0 = I_0^n t_0$.

La décharge variable correspond à la constante $k_1 = \int I^n t$ et la différence des constantes est $k_0 - k_1 = k_2$.

Ayant la constante k_2, il sera facile de déterminer la capacité restante à un régime donné, en procédant comme il a été indiqué. F. Loppé.

TÉLÉGRAPHE MORSE-BOGNI

Un inventeur italien, M. Bogni, est arrivé, par une modification aussi simple qu'ingénieuse du télégraphe Morse, à en doubler le rendement et à permettre ainsi l'extension immédiate du trafic de tout réseau existant, *sans l'abandon délibéré de ses appareils ni l'entraînement brusque de son personnel à un nouvel alphabet.*

On verra, par la description qui en est donnée ci-dessous, comment l'appareil Morse devient, par l'adjonction la plus simple, un appareil Morse-Bogni, susceptible de *transmettre et recevoir à volonté des messages en signes Morse à la vitesse v, et en signes Morse-Bogni à la vitesse 2 v environ.*

La figure 1 représente l'ensemble des appareils d'un poste Morse-Bogni, peu modifiés, ainsi qu'on le voit et que le montreront mieux encore les figures 2, 3 et suivantes, qui mettent en évidence les seuls organes modifiés du Morse. La figure 2 est une vue en élévation, la figure 3, une vue en plan, et les figures 4, 5 et 6 représentent les organes d'enregistrement des signes simples et doubles.

Le point de départ de l'invention est le principe général suivant : réduire autant que possible dans l'alphabet Morse les signalations comportant 3, 4 et 5 signes, et les remplacer par des signalations d'un seul et de deux signes : les lettres transmises par l'alphabet Morse au moyen de 4 signes sont au nombre de 16, celles à 5 signes au nombre de 3. Si on transmet avec 2 seuls signes Morse-Bogni les 16 lettres à 4 signes du Morse, on gagnera sur l'ensemble 50 pour 100, et si on réduit semblablement à 2 signes la transmission des lettres comportant 5 signes Morse, on gagnera sur celles-ci 60 pour 100. C'est ce que réalise facilement l'inventeur en adjoignant à la ligne des signes Morse sur le ruban enregistreur une

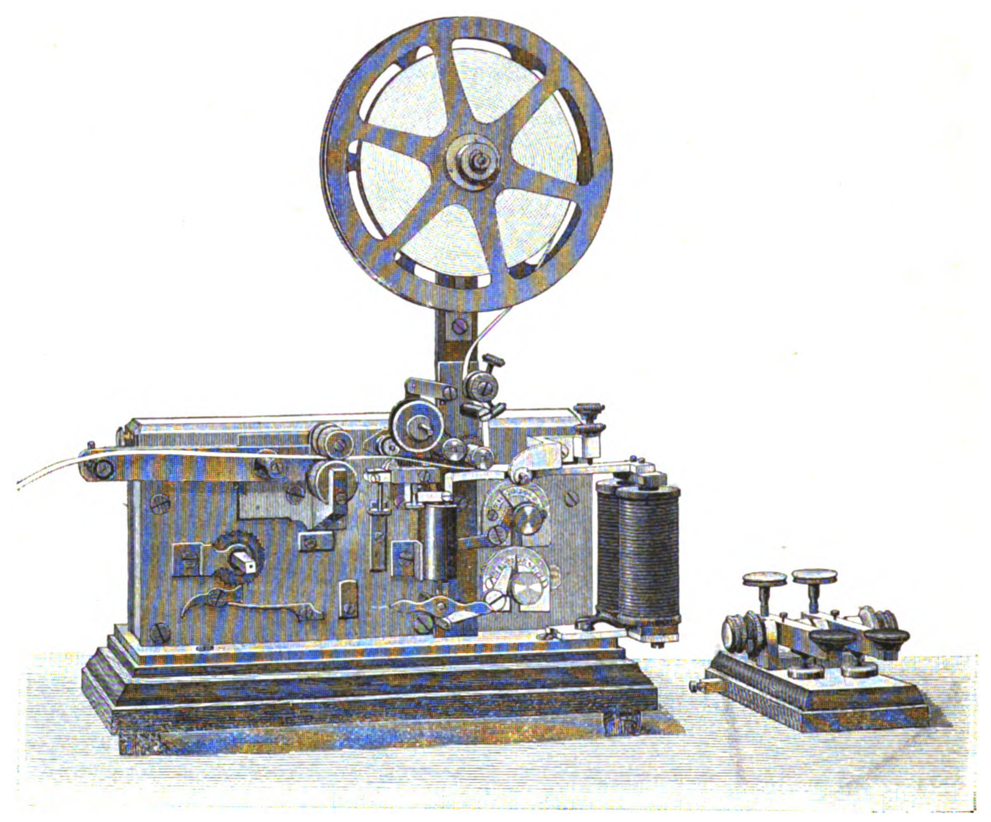


Fig. 1. — Appareil télégraphique Morse-Bogni.

seconde ligne parallèle, et, en transmettant à volonté des signes doubles ou simples, il dispose, en plus des signes simples du Morse, de tous les signes doubles donnés par les combinaisons de brèves et de longues juxtaposées sur le ruban par les becs d'une plume spéciale qui sera décrite plus loin. Les signes simples étant donnés par l'électro-récepteur du Morse ordinaire, les signes doubles peuvent l'être par le jeu simultané de cet électro et d'un électro additionnel, et on conçoit que, si ce dernier était polarisé et monté en série avec le premier, leur fonctionnement simultané serait provoqué par les ondes de courant du sens correspondant à la polarisation de l'électro 2, tandis que l'électro 1 fonctionnerait seul avec les ondes de courant de sens opposé. La transmission subirait dans ce cas la même modification simple : la manipulateur du Morse ordinaire transmettrait les ondes du sens voulu pour activer seulement l'électro 1, et un second manipulateur lui serait adjoint pour transmettre les ondes de courant de sens opposé.

Ce principe n'est pas appliqué par la mise des 2 électros en série sur le circuit de la ligne, et celle-ci ne traverse pas l'appareil récepteur; le courant transmis traverse un relais polarisé qui, suivant le sens de ce courant, ferme la pile locale sur l'un ou l'autre des deux électros M_1, M_2 (fig. 2 et 3).

Le premier M_1, ou électro du Morse ordinaire, détermine, au moyen du levier A_1, l'inscription des signes simples (ex. . —).

Le second M_2 détermine, au moyen du levier A_2, l'inscription des signes doubles. La plume P (fig. 4, 5 et 6) a

trois becs ou projections : a_1 et a_2 pour l'inscription, a_3 pour le guidage du ruban b, représenté (fig. 2, 3 et 4) dans sa longueur, (fig. 5 et 6) dans sa larguur.

Les touches c et d ont la forme et la fonction de 2 petits marteaux qui doivent appliquer le ruban b sur les becs inscripteurs a_1 ou a_2 de la plume P : l'un est mû par le levier A_1 et l'électro M_1, et l'autre par le levier A_2 et l'électro M_2.

L'inscription a_1 se fera donc par le jeu de l'électro M_1 mis en circuit avec la pile locale par le relais polarisé

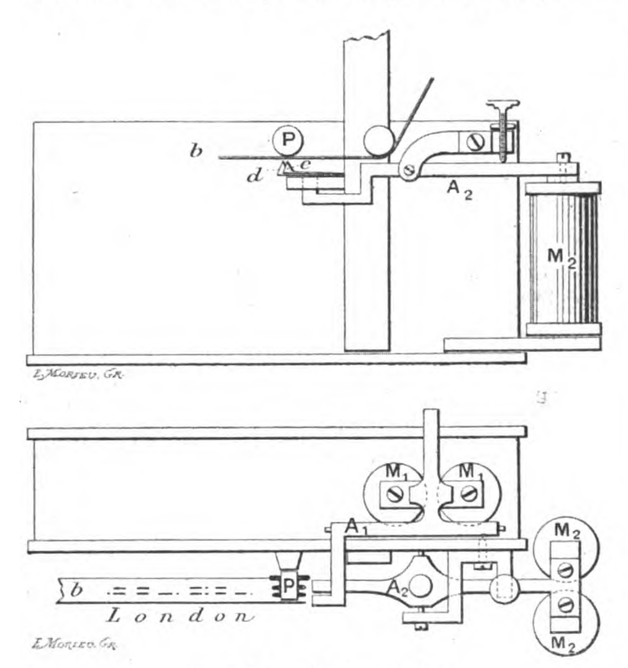


Fig. 2 et 3. — Élévation et plan.

pour un sens donné du courant, et cette inscription durera le même temps que le maintien du courant de sens + dans le relais, c'est-à-dire que la pression, longue ou brève, du manipulateur affecté à cette fonction.

L'inscription correspondante est celle des signes simples, ainsi que le montre la figure 5, la projection a_3 tenant le papier éloigné du bec a_2.

Si, au contraire, l'opérateur touche la seconde clé du manipulateur, le relais polarisé, traversé par un courant de sens contraire, mettra en circuit local l'électro M_2;

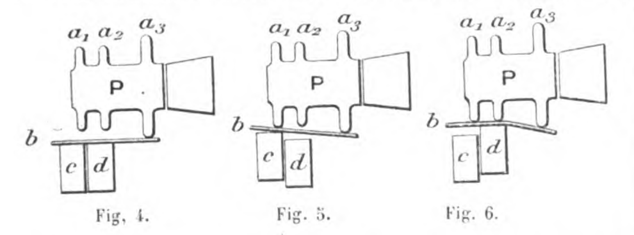


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

d'où élévation du levier A_2 et de la touche d dans la position de la figure 6, qui montre clairement que la seule poussée de cette touche provoque l'inscription des signes doubles (ex. = :).

Dans un réseau en voie de transformation, aucune perturbation ne résulte, ainsi qu'on le voit, de l'existence simultanée d'appareils Morse et d'appareils Boghi.

La transformation est d'ailleurs simple et peu coûteuse, et se présente industriellement comme une opération des plus faciles.

Examinons maintenant les avantages immédiats qui en découlent :

Avantages de la transformation proposée par M. Bogni. — La grande majorité des lettres exige 3 ou 4 signes en alphabet Morse, tandis que dans l'alphabet Bogni, la plupart en exige seulement 2. M. Bogni porte de 2 à 5 le nombre des lettres traduites par un seul signe, et supprime totalement les groupes de 4 et 5 signes, avantages que résume clairement le tableau ci-après :

Les 33 lettres comportent, en alphabet Morse :

2	lettres correspondant à	1 signe.
4	—	2 signes.
8	—	3 —
16	—	4 —
3	—	5 —
Totaux : 33		113 signes.

Soit un total de 113 signes.

Les mêmes, en alphabet Bogni, comportent :

5	lettres correspondant à	1 signe.
25	—	2 signes.
3	—	3 —
Aucune lettre	—	4 —
—	—	5 —

Soit un total de 64 signes seulement.

On gagne encore davantage pour les chiffres et les signes de ponctuation, car dans l'ensemble :

L'appareil Morse demande :

Pour l'alphabet.	113 signes.
— les chiffres.	50 —
— les ponctuations	83 —
Soit au total.	246 signes.

L'appareil Bogni demande :

Pour l'alphabet.	64 signes.
— les chiffres.	17 —
— les ponctuations.	42 —
Soit au total.	123 signes.

Le principe de la méthode Bogni réside dans l'emploi des 5 signes élémentaires suivants :

· — : = ·̲

qui correspondent aux lettres :

e t i o v

Nous n'irons pas plus loin dans l'étude de l'alphabet et nous ferons seulement observer qu'à la réduction des pressions à faire au manipulateur pour la transmission de chaque élément du langage, l'appareil Bogni joint encore l'avantage de mettre en action deux doigts toujours placés en regard de touches correspondantes du manipulateur, touches au nombre de deux seulement, et dont l'une, *pressée seule*, produit les signes doubles, et l'autre les signes simples. Une transmission prolongée provoque ainsi moins de fatigue.

Les signes de cet alphabet sont d'ailleurs plus caractéristiques et plus distincts que ceux du Morse, s'emploient avec un moindre danger de confusion, et s'apprennent avec une telle facilité qu'un débutant transmet très vite 30 à 35 mots, voire même jusqu'à 40 mots à la minute. De la notice que nous a envoyée l'inventeur, et que consulteront avec profit les spécialistes de ces questions, nous retenons surtout les paragraphes ci-après, au nombre desquels nous signalons tout particulièrement le dernier aux administrateurs de Compagnies ou aux ingénieurs susceptibles de faire l'essai :

« Les modifications comportent l'adjonction d'un seul électro-aimant commandant une plume à deux becs, et l'adoption d'un manipulateur double permettant d'obtenir des signes superposés ($: = \underline{\cdot}$).

« D'une manière générale, les lettres, la ponctuation et les chiffres se transmettent avec la moitié des signes, ce qui rend la transmission plus rapide, plus facile et moins fatigante.

« Il en résulte que la capacité de transmission des réseaux télégraphiques actuels peut être doublée sans augmentation ni altération des lignes existantes, puisque le nouveau système n'exige pour ses deux électro-aimants qu'un seul fil. L'appareil réalise aussi une économie de papier qui n'est pas négligeable.

« *Il n'est pas nécessaire de remplacer les appareils Morse actuels par des appareils nouveaux; les modifications à leur apporter sont très simples, et peuvent se réaliser graduellement dans un réseau, puisqu'elles n'altèrent pas les caractères du Morse primitif, mais en font un appareil Morse-Bogni, capable de recevoir et de transmettre, soit les nouveaux signes doubles, soit les signes Morse.* »

A. B.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les conflits avec les ouvriers. — Les industries anglaises sont le théâtre d'une série de luttes entre les ouvriers qui font prévoir la ruine certaine des grandes manufactures, ainsi que du grand nombre d'hommes qui dépendent d'elles pour leur existence. Dans une partie de l'Angleterre, la tyrannie des syndicats ouvriers se manifeste depuis quelque temps par la demande de la mise en congé des ouvriers qui n'appartiennent pas à ces syndicats, tandis que, d'autre part, on demande des salaires très élevés sans aucune préoccupation de savoir si les bénéfices permettent aux industriels de les accorder. Parmi les ouvriers engagés dans les constructions navales sur la Clyde, ceux des mines de charbon du sud du pays de Galles et de certains endroits de l'Écosse, les ouvriers mécaniciens de la côte nord-est et les constructeurs de wagons de tramways de la *Brush Engineering C°* à Longborough, tous ont la même ambition. Personne ne peut dire où s'arrêtera le mouvement ni même les proportions qu'il pourra prendre, mais la dernière session du Parlement a contribué beaucoup à faire régner parmi les ouvriers un esprit militant si mauvais qu'il sera impossible de le diriger ou de le réprimer. Il faut cependant que le mouvement soit arrêté si on ne veut pas voir tôt ou tard le commerce et l'industrie sacrifiés sur l'autel du socialisme. Il devient de plus en plus difficile pour les fabricants de réaliser des bénéfices à cause de l'âpreté de la concurrence — chez nous et à l'étranger, — et si les frais d'exploitation sont encore augmentés par le payement de plus hauts salaires, il y aura une réduction du bénéfice actuel qui est très faible et il en résultera une perte. L'ouvrier ne paraît pas comprendre encore qu'un bénéfice nul correspond pour lui à une cessation du travail. Sur la Clyde il y a 7000 ouvriers de chaudières en grève, et il en résulte que 3000 ouvriers ordinaires sont sans travail.

D'autre part, 30 000 mineurs du pays de Galles ont menacé d'abandonner les mines, et les mécaniciens de Stockton on Fees, Newcastle et Darlington veulent aussi quitter parce que les Compagnies ont refusé de leur donner une avance de 2,50 fr par semaine quand ils travaillent à l'heure, et 5 pour 100 sur le travail fait aux pièces. A Manchester, ils ont fait une pareille demande. 70 000 mineurs en Écosse ont demandé 12,5 pour 100 d'augmentation. Aux usines de la *Brush C°* on peut mieux voir la tactique adoptée par les ouvriers.

Le président, M. Madgen et le directeur, M. Steinitz, se sont récemment rencontrés avec le président de la *United Society of Coach Builders* et les délégués grévistes. La Compagnie Brush, étant en concurrence avec d'autres maisons, notamment avec la *United Car C°*, devrait payer les mêmes salaires par semaine que cette maison paye à Preston. Les salaires payés par la Compagnie Brush ont varié considérablement, de sorte que les ouvriers ont demandé qu'un salaire minimum soit fixé.

Le taux fut fixé à 41 fr par semaine pour les peintres, et 43,50 fr pour les fabricants de wagons.

La Compagnie Brush dit de son côté que plusieurs de ses ouvriers ne rendaient pas les services voulus et en conséquencene valaient pas les salaires demandés. Mais le représentant de l'Union répondit que la présence d'ouvriers incapables ne doit pas être un motif pour qu'on baisse les salaires des ouvriers habiles. La Compagnie avait un remède : elle n'avait qu'à remercier les ouvriers les moins habiles. M. Steinitz dit que lorsqu'il vit pour la première fois la députation de l'Union, il leur dit qu'il voulait suivre l'avis de leur président, M. Hinggate, de leur donner du travail aux pièces aux tarifs augmentés, et que s'ils ne gagnaient pas 56,50 fr par semaine, il les renverrait. Il a pensé que c'était là une proposition juste. La seule réponse qu'il obtint fut que les ouvriers ont quitté les usines. Son argument principal était que : si les ouvriers pensaient qu'ils méritaient certains appointements, ils devaient prouver qu'ils pouvaient les gagner, et s'ils le prouvaient, naturellement, la Compagnie les

payerait. M. Madgen a montré, entre autres choses, que la prétention d'exiger qu'on doive payer les mêmes salaires à Longborough qu'autre part n'était pas raisonnable, parce que la vie à Longborough était beaucoup moins chère, et que c'était pour cela que la Compagnie Brush y avait transporté ses usines depuis quelques années. Il a montré que certaines villes avaient reçues l'invitation de ne pas passer de commandes avec la Compagnie Brush. On avait même dit qu'à Sheffield, la conclusion d'un marché avec la Compagnie Brush dépendait du résultat des délibérations en cours, et qu'il aurait abouti si elles eussent été agréables aux ouvriers.

Le délégué des ouvriers s'est plaint que le discours de M. Madgen soit un tissu de mensonges et qu'il était ridicule de les inviter à venir l'écouter. Il n'est donc pas étonnant qu'aucun résultat n'ait été obtenu.

Les industries anglaises sont si liées les unes aux autres, qu'une seule branche ne peut pas cesser brusquement de travailler sans que les autres en soient aussi affectées. Dans le *Times* on a récemment dit, en parlant de la grève des fabricants de chaudières de la Clyde, que les ouvriers en grève trouveront probablement que quelques patrons sont plutôt contents que mécontents d'être affranchis de la nécessité de travailler à bas prix pour le plaisir de donner de l'occupation aux ouvriers. D'autres qui ont des bateaux en construction et dont les acheteurs n'ont pas grand besoin, envisageront la situation avec calme.

Naturellement les commandes qui sont vraiment pressées iront ailleurs, et lorsque les ouvriers qui sont en grève reviendront, ils trouveront probablement qu'il n'y a plus de travail. Un grand nombre de personnes innocentes souffriront de cette grève. Les coques et les chaudières sont le matériel sur lequel les autres industries travaillent, et lorsque la production de ces pièces s'arrêtent, toutes les autres industries languissent. De même on ne placera pas de capitaux dans les machines pour des bateaux qui n'existent pas. Dans les chantiers eux-mêmes, plusieurs ouvriers auxiliaires seront sans emploi, les constructeurs de vaisseaux, les charpentiers, les menuisiers, les fondeurs de cuivre, les peintres, etc., chômeront. Puis, si on ne construit pas de bateaux, on aura besoin de moins de fer, et en conséquence de moins de charbon. Ainsi il y aura une répercussion dans les industries de fer et de charbon d'Écosse, qui, à leur tour, ont des industries subsidiaires. Tous ces ennuis sont procurés aux ouvriers et à leurs familles par les trades-unions, qui ont choisi le moment où les affaires déclinent et l'approche de l'hiver pour venir s'interposer dans le fonctionnement délicat de l'industrie nationale.

L'emploi de l'électricité dans les usines métallurgiques. — MM. Siemens frères ont récemment installé l'électricité dans les usines de la *Mc Kenna Process C°*, à Birkenhead, près de Liverpool. Cette installation comprend trois alternateurs triphasés à la fréquence 25, chacun d'une puissance de 750 kw pour fournir l'énergie électrique à la tension de 440 volts. Ces alternateurs seront actionnés par des turbines à vapeur Willans-Parsons tournant à une vitesse angulaire de 1500 t:m. La vapeur nécessitée par cette installation est fournie par deux chaudières Babcock, Wilcox et plusieurs chaudières chauffées par la chaleur perdue des fours.

La maison Siemens a étudié et installé des moteurs spéciaux du type continu et triphasés pour actionner les laminoirs. Les moteurs sont étudiés pour résister à une surcharge de courant particulièrement au moment des changements de marche. Les plots de contact des rhéostats de démarrage sont montés sur un panneau de marbre, un patin à contact glissant est manœuvré par un écrou se vissant sur une tige filetée qu'actionne un servo-moteur, ce dernier peut être mis en marche d'un point éloigné.

MM. Siemens ont aussi étudié un démarreur spécial pour les grands moteurs du type triphasé, consistant en une série de lames de contact suspendues au-dessus d'un réservoir. Au moyen d'une petite pompe rotative actionnée par un moteur, on fait monter ou descendre l'eau dans le réservoir et on immerge les lames de contact à la profondeur nécessaire. Lorsque l'eau vient en contact avec la lame, elle bout à la surface, et donne une petite quantité de vapeur qui s'échappe par un tuyau de sortie.

Dans les grands moteurs qu'on emploie pour actionner les machines principales, la variation de charge atteint des proportions sérieuses, et quelquefois il devient désirable de diminuer les à-coups excessifs qui affecteraient l'installation des machines génératrices. La présence d'un volant d'un poids convenable sur l'arbre moteur est la meilleure manière de remédier à cet inconvénient. Il faut cependant prévoir le moteur et son système de mise en marche de sorte que la vitesse puisse être diminuée sans que la demande de courant s'élève et que l'énergie emmagasinée dans le volant puisse être utilisée. Dans le cas d'un moteur à courant continu on peut arriver à ce but au moyen d'un enroulement compound et avec un moteur d'induction en insérant une résistance convenable dans le circuit du rotor, de façon à augmenter le glissement pendant la période de pleine charge. Pour arriver à ce résultat, il faut construire d'abord avec autant d'exactitude que possible, un diagramme de la charge représentant le travail de la machine-outil, en mesurant les temps des marches à vide. Une intégration de l'aire du diagramme de charge donnera alors la puissance moyenne qui doit être fournie au moteur. Il faut choisir un moteur pour donner cette puissance, mais avec une grande capacité de surcharge et un volant calculé suffisamment pour que, par une réduction admissible de la vitesse, il fournisse la quantité de travail nécessaire à chaque fois. C. D.

Téléphones de l'Industrie électrique :

Rédaction : N^os^ **536-02.**

Administration : N^os^ **704-44.**

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 15 octobre 1906.

La mécanique de l'ionisation par solution. — Note de M. Gustave-D. Hinrichs. (*Extrait*). — ... Il faut étudier la *mécanique de l'acte de solution*. C'est ce que j'ai fait ces deux dernières années, et voici le résultat général de ce travail.

Comme la question des charges électriques est dominante, il faudra bien se rappeler que l'eau pure n'est point conductrice, mais plutôt isolante, d'après les recherches de Kohlrausch. De plus, il faut bien comprendre [1] que dans l'état liquide, les molécules tournent autour de leur axe naturel pour lequel le moment d'inertie est minimum; c'est communément l'axe géométrique le plus long.

Considérons le cas le plus simple et le plus commun : la solution du sel dans l'eau, à la température ordinaire [2].

Si l'on ajoute un peu de sel pulvérisé à une quantité considérable d'eau, le solide disparaît; on a une solution du sel. Comment les molécules du sel ont-elles acquis la rotation de l'état liquide à plusieurs centaines de degrés de température au-dessous de leur point de fusion?

Évidemment les molécules du sel ont été séparées l'une de l'autre par la trituration des molécules de l'eau en rotation rapide; puis elles ont été entraînées par le même mouvement des molécules de l'eau. C'est donc le travail mécanique des molécules de l'eau qui fait la solution; l'abaissement de température ou la chaleur latente de fusion est l'expression de la diminution de la vitesse angulaire de rotation des molécules actives.

On comprendra par là aisément les faits communs de solution : la saturation, l'influence de la température initiale; que presque tous les sels ont quelque solubilité dans l'eau, même le chlorure d'argent; l'influence déterminante de la forme des molécules du menstrue aussi bien que du solide, ce qui fait qu'il n'y a presque aucun cas de solution qui soit exactement identique avec un autre. Il ne sera point nécessaire ici de considérer ces conditions élémentaires.

Mais le frottement des molécules du solide par les molécules rotatoires de l'eau, isolant électrique, produira de l'électricité statique. Les deux électricités, positive et négative, sont produites en quantités exactement égales. Cette électricité ne pouvant s'échapper à travers l'eau isolante, les deux atomes de la molécule du sel en sont chargés : l'atome de sodium reçoit l'électron positif; l'atome de chlore, l'électron négatif. Par cet acte, la combinaison chimique de ces deux atomes est dissociée et *les deux atomes, chacun chargé d'un électron, sont devenus des ions.*

Si la solution est assez diluée, chaque molécule du sel est entourée d'un très grand nombre de molécules d'eau non conductrice; donc les ions produits seront bien isolés et pourront se mouvoir assez librement sans perdre leur charge électrique. Mais si par la solution de plus de sel le nombre de molécules d'eau pour chaque molécule de sel est diminuée, l'isolation moléculaire des ions diminuera aussi; c'est-à-dire que le pour 100 des molécules en solution qui sera ionisé diminuera rapidement avec la concentration de la solution. *Il n'y aura ionisation complète qu'en solution très diluée.*

Voilà le fondement posé de la mécanique de l'ionisation par solution simple. La rotation des molécules du menstrue effectue la solution et l'ionisation en même temps. Donc *l'hypothèse d'Arrhénius est devenue un théorème démontré de la mécanique moléculaire,*

De même, toute la chimie moderne des solutions est devenue une confirmation de la rotation des molécules des liquides autour de leur axe naturel à moment d'inertie minimum. Enfin, les difficultés assez nombreuses offertes aux chimistes modernes par les solutions non diluées sont dissipées par cette étude plus étendue.

(1) Voy. *Comptes rendus*, t. LXXVI, 1873, p. 1357; t. CXIII, 1891, p. 468. — *Beiträge*, 1872 (édit. Leipzig, 1892, p. 5-8). — *The Method of quantitative induction*, Davenport and Leipzig, 1892, p. 36.

(2) Au rouge, le sel devient liquide par la chaleur seule.

Séance du 22 octobre 1906.

Contribution à l'étude de l'émission calorifique du Soleil. — Note de MM. G. Millochau et C. Féry, présentée par M. J. Janssen. — Dans une précédente Note [1], nous avons indiqué le principe de la méthode qui nous a servi à étudier l'émission solaire, et dans quelles conditions cette émission a été mesurée.

Avant de donner les résultats numériques auxquels ces mesures nous ont conduits, nous devons dire quelques mots de l'étalonnage du télescope employé comme pyrhéliomètre.

Une étude préalable avait montré que, lorsque la température de la soudure chaude du couple thermo-électrique employé ne dépassait pas de plus de 25° la température ambiante, la déviation du galvanomètre était rigoureusement proportionnelle à la surface du diaphragme.

On s'est donc astreint, dans toutes les mesures sur le Soleil, à ne pas dépasser la déviation galvanométrique de 1 millivolt correspondant précisément à 25° d'échauffement de la soudure centrale de l'appareil.

Pour cela, on donnait au diaphragme en secteurs, limitant le faisceau, incident, une ouverture angulaire assez faible pour réduire à environ 1 millivolt la déviation obtenue.

Pour l'étalonnage, au contraire, qui ne peut être effectué que sur des sources à température relativement basse, on a employé le diaphragme à pleine ouverture, ou on l'a même supprimé, ce qui doublait encore la sensibilité de l'appareil. On a dû tenir compte également du tirage du télescope, qui visait, pour l'étalonnage, des corps rayonnants assez rapprochés.

Toutes ces corrections faites, on a trouvé que l'appareil suivait la loi de Stefan avec le coefficient suivant :

$$T = 0,705 \sqrt[4]{\delta},$$

(1) *Comptes rendus*, 8 octobre 1906.



en prenant comme source calorifique, un four électrique à résistance de platine qui a été porté à 1673° absolus et la loi

$$T = 0{,}715\sqrt[4]{\delta},$$

en visant sur le cratère d'un arc électrique dont la température a été admise égale à 3773° absolus (δ est exprimé en microvolts pour la pleine ouverture du diaphragme).

Dans la présente Note, nous ne nous occuperons que des mesures faites en pointant le centre de la surface solaire.

En admettant un pouvoir émissif égal à l'unité, on trouverait, avec le coefficient 0,705 et pour les mesures faites aux trois stations suivantes :

	Mètres.	Degrés absolus.
Meudon, altitude	150	4820
Chamonix, altitude	1050	5140
Sommet du mont Blanc, altitude	4810	5560

Ces valeurs ont été obtenues en prenant la moyenne de plusieurs observations; on n'a pas tenu compte de la mesure unique faite aux Grands-Mulets par un temps peu favorable.

Toutes ces mesures ont été faites en pointant le centre du Soleil lorsque cet astre était au voisinage du zénith.

Voici, pour montrer l'influence de l'épaisseur d'air traversée, une série complète de mesures faites au sommet d'heure en heure.

Heures.	Température apparente du soleil.
8 matin	5500° absolus.
9 —	5520 —
10 —	5540 —
11 —	5540 —
12 —	5540 —
1 soir	5540 —
2 —	5540 —
3 —	5520 —
4 —	5500 —
5 —	5425 —
6 —	5140 —

La température maxima observée au sommet a été de 5590° absolus en prenant l'étalonnage fait sur le four électrique, et de 5668° en adoptant la constante obtenue par l'arc électrique.

Ces résultats peuvent être corrigés grossièrement des effets dus à l'absorption atmosphérique.

Si l'on connait en effet le rayonnement zénithal I, et le rayonnement I' dans une direction faisant un angle α avec le précédent, il est facile de calculer le rapport des épaisseurs d'air traversées $\frac{x'}{x} = \frac{1}{\cos\alpha} = A$ en négligeant la courbure de la Terre.

On aura alors

$$I = I_0 e^{-kx} \quad \text{rayonnement zénithal,}$$
$$I' = I_0 e^{-Akx} \quad \text{— oblique.}$$

Nous avons trouvé ainsi $kx = 0{,}0246$ pour un angle de 60° et 0,0288 pour 75° avec le zénith.

Ceci donne immédiatement l'intensité en millivolts I_0 qui aurait été obtenue en l'absence de l'atmosphère.

La température corrigée de l'absorption atmosphérique serait alors de 5620° en admettant le coefficient moyen 0,0267 et en partant de l'étalonnage fait sur le four électrique.

Appareil de sécurité contre les étincelles accidentelles dans les effets de télémécanique sans fil. — Note de M. Édouard Branly, présentée par M. de Lapparent. — En général, une opération de télémécanique sans fil (signal ou effet quelconque) est réalisée à l'aide de deux circuits électriques : 1° le circuit du système sensible aux ondes (radioconducteur ou autre révélateur), qui comprend la bobine mobile du relais; 2° le circuit de travail, formé par le contact du relais, lorsque le système sensible est impressionné par une étincelle; ce second circuit renferme des électro-aimants et une pile locale, il sert à déterminer l'opération.

Des étincelles accidentelles peuvent être rendues inoffensives de deux manières : soit par une syntonisation rigoureusement établie, qui fait que le système sensible aux ondes ne répond pas à une longueur d'onde fortuite; soit par une ouverture opportune du circuit de travail, qui fait que la conductibilité du radioconducteur n'entraine pas l'opération.

Aucun de ces deux modes de préservation ne serait efficace contre un exploseur perturbateur lançant un flux ininterrompu d'étincelles; cela se conçoit, même dans le cas d'une syntonisation parfaite, si l'appareil perturbateur varie ses éléments d'accord et passe, à des intervalles rapprochés, par l'accord particulier aux deux postes qui sont en correspondance. Dans ces conditions, toute télégraphie ou télémécanique sans fil est impossible.

S'il s'agit d'étincelles perturbatrices purement accidentelles, aucune des deux manières n'est encore susceptible d'exercer une préservation absolument certaine; toutefois, on peut trouver au problème des solutions qui sont pratiquement suffisantes.

C'est de la seconde manière, par ouverture du circuit de travail, que je me suis proposé ici de réaliser la préservation. Une étincelle accidentelle ayant impressionné le circuit du radioconducteur et le relais ayant effectué sa fermeture, le circuit du travail est maintenu pratiquement ouvert, au point de vue de l'effet à produire, par un interrupteur spécial qui est la pièce essentielle de l'appareil de sécurité.

Description de l'interrupteur. — L'interrupteur consiste en une roue que fait tourner un moteur à mouvement sensiblement régulier. Le pourtour de la roue est en matière isolante, sauf sur des touches conductrices très étroites qui servent à fermer le circuit de travail en réunissant transversalement deux balais flexibles, parallèles. Les touches sont à peu près équidistantes, nous supposerons leur nombre égal à 5 (la sécurité croît dans une certaine mesure avec le nombre des touches).

Mécanisme du déclenchement. — Le déclenchement de l'opération est produit par l'intermédiaire d'une came que la roue interruptrice entraine et qui fait un tour en même temps qu'elle. Avant tout mouvement de la roue, la came est audessous de l'une des branches d'un levier déclencheur et les balais appuient à ce moment sur une touche quelconque, que j'appellerai la première touche. Une étincelle éclatant à un

instant quelconque, le radioconducteur est impressionné, le relais exécute sa fermeture et la touche achève de fermer le circuit de travail. Par le jeu de l'armature d'un électro-aimant qui fait partie du circuit de travail, le moteur est mis en marche et entraîne la roue. Aussitôt que la roue se met à tourner, le circuit de travail est ouvert, car les balais glissent sur le contour isolant de la roue. Si, au moment où la seconde touche vient à passer sous les balais, une nouvelle étincelle n'éclate pas, une goupille arrête la roue ainsi que le moteur et, par un mécanisme que fait fonctionner un circuit électrique spécial, sans qu'on ait à intervenir, la came, qui a fait 1/5e de tour, est brusquement ramenée au-dessous de la branche de levier déclencheur, comme avant sa mise en marche. Tout est donc revenu dans un état semblable à l'état initial.

Quand une étincelle a lieu au moment du contact des balais avec la seconde touche, la roue continue sans arrêt sa rotation et la came effectue ainsi un nouveau cinquième de tour; s'il n'y a pas d'étincelle au moment du troisième contact, le moteur s'arrête et la came est également ramenée brusquement à son point de départ.... Au passage de la cinquième touche au-dessous des balais, les étincelles n'ayant pas fait défaut au passage des quatre premières, si une nouvelle étincelle éclate, la roue continue à tourner ainsi que la came. Après avoir achevé son tour, la came est arrivée au-dessus de la branche du levier déclencheur, au lieu d'être au-dessous comme au début; en appuyant elle la fait basculer; cela détermine un déclenchement qui fait exécuter l'opération. La came est, après cela, ramenée automatiquement à son point de départ, par le même mécanisme que dans les retours antérieurs. La roue s'est arrêtée dans une position où les balais appuient sur une touche et elle s'y maintient si aucune nouvelle étincelle n'éclate. Tout est prêt pour recommencer.

Explication de la préservation. — Pour que le déclenchement qui détermine l'opération considérée ait lieu par un groupe d'étincelles accidentelles, on voit qu'il faut qu'il y ait une de ces étincelles qui éclate d'une façon précise à chacune des cinq fermetures consécutives qu'un tour entier de la roue établit dans le circuit de travail par le contact des touches et des balais. Dans les circonstances habituelles, cela est infiniment peu probable.

Supposons, en effet, une roue de 10 cm de circonférence faisant un tour en 20 secondes et attribuons à chacune des touches une largeur de 1 mm, il faudra que le groupe des étincelles accidentelles comprenne 5 étincelles qui éclatent dans 5 intervalles spéciaux, très courts, puisqu'ils ont chacun une durée de 1/50e de seconde. Dans les essais de perturbation que j'ai tentés, ces 5 coïncidences ne se sont pas présentées. D'ailleurs, suivant les conditions des perturbations du voisinage dans la localité où l'on se trouve, on augmentera ou l'on diminuera la durée d'un tour et l'on fera varier au besoin le nombre des touches.

Usage de l'appareil de sécurité. — Cet appareil peut être adapté à tout dispositif d'opération en plaçant dans le circuit de travail l'électro-aimant qui préside à l'entraînement de la roue interruptrice. En particulier, si l'on fait usage de l'axe distributeur que j'ai décrit antérieurement [1], on effectue chacune des opérations successives, dans l'intervalle de temps où le télégraphe automatique prévient qu'elle peut avoir lieu, en lançant du poste de transmission, avec un exploseur rapide, un jet ininterrompu d'étincelles très serrées. La durée totale du jet d'étincelles est ici voisine de 20 secondes pour chaque opération; elle doit dépasser un peu 16 secondes et rester au-dessous de 36 secondes. On est ainsi en mesure de réaliser avec sécurité des opérations sur lesquelles des étincelles accidentelles n'ont pas pu agir.

L'emploi de l'interrupteur que je viens de décrire exige, comme on l'a vu, un certain temps; ce temps pourra être notablement réduit par une construction soignée, toutefois il ne s'applique pas à des opérations qui ont besoin d'être instantanées.

L'exécution de l'appareil dont j'ai exposé le principe présentait de nombreuses difficultés de détail; le premier modèle a été construit avec beaucoup d'habileté par M. Chellier, ingénieur électricien.

(1) *Comptes rendus*, 20 mars 1905.

Sur l'aurore boréale : Réponse à la Note de M. Störmer. — Note de M. P. Villard, présentée par M. J. Violle. (Voy. les *Comptes rendus*,)

UNION INTERNATIONALE

DE

TRAMWAYS ET DE CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL

CONGRÈS INTERNATIONAL DE MILAN

(17-21 *septembre* 1906.)

(SUITE [1])

Importance économique des usines génératrices et moteurs à gaz pauvre dans les installations de tramways et de chemins de fer d'intérêt local. — Rapport de M. E.-A. Ziffer, ingénieur civil, président du Conseil d'administration des chemins de fer d'intérêt local de la Bukowine, Vienne.

Le Comité de direction de l'Union internationale a bien voulu me charger de présenter au Congrès de Milan une étude sur l'importance économique des installations à gaz pauvre dans l'exploitation des tramways et des chemins de fer d'intérêt local.

Nous nous bornerons surtout, dans notre présente communication, à examiner, à côté des avantages de ce mode économique de production de la force motrice, son utilisation dans les réseaux de traction électrique.

D'une manière générale, il faut entendre par gazogènes, des appareils où se produit, d'une façon continue, un gaz combustible par insufflation ou aspiration de l'air et de la vapeur d'eau à travers une couche de combustible incandescent. Le gazogène est au moteur à gaz, ce que la chaudière est à la machine à vapeur. La différence théorique est que, dans la chaudière à vapeur, le combustible : charbon, coke, bois, pétrole, etc., est complètement brûlé, tandis que dans le gazogène, il est simplement gazéifié, la combustion réelle ne se produisant que dans le cylindre du moteur. Le

(1) Voy. *L'Industrie électrique*, 1906, n° 355, p. 459, n° 356, p. 483.

gazogène combiné au moteur à gaz est ainsi appelé à remplacer les chaudières à vapeur; il présente d'ailleurs sur les machines à vapeur des avantages particuliers, surtout au point de vue des dépenses d'exploitation.

On distingue :

a. Les gazogènes à pression ou à gaz mixte (à eau et à air), dans lesquels le gaz combustible et la vapeur d'eau sont insufflés dans le générateur par un injecteur à vapeur ou un ventilateur tournant, sous une faible pression correspondant aux résistances du générateur et des appareils de lavage. Ce premier type, le plus ancien, qui s'est répandu depuis une dizaine d'années, présente l'inconvénient d'exiger une chaudière à vapeur spéciale; en outre, il occupe toujours un espace relativement grand par suite de la présence d'un gazomètre; enfin, la mise en marche de l'appareil et du moteur est plus difficile que celle des générateurs modernes; par contre, il permet l'emploi d'une plus grande variété de combustibles. En général, il trouve surtout son emploi dans les installations de plus de 150 poncelets.

b. Les gazogènes à aspiration, dans lesquels la machine motrice même aspire le gaz hors de l'appareil, l'amenée du mélange d'air comburant et de la vapeur d'eau étant alors obtenue par suite de la dépression produite.

c. Les gazogènes à aspiration et à pression combinées dans lesquels le gaz est d'un côté aspiré du gazogène et des appareils de lavage par un ventilateur tournant, d'un autre y est amené sous pression. Cette catégorie de gazogènes réunit les avantages des gazogènes à pression et des gazogènes à aspiration.

Nous ne considérerons dans notre étude que les gazogènes à aspiration qui, non seulement sont d'une installation plus économique par suite de l'absence de chaudière à vapeur et de régulateur de gaz ou de gazomètre, mais qui en outre occupent moins de place, marchent sans bruit et peuvent, moyennant quelques précautions, fonctionner sans danger aucun, dans des bâtiments ou locaux habités, dans des caves, etc., sans qu'il en résulte, ni gêne pour le voisinage ou le personnel, ni mauvaises odeurs.

De plus, les gazogènes à aspiration ne sont pas soumis à la vérification périodique, ni à l'essai officiel prescrits par les règlements pour les chaudières à vapeur.

Il y a une dizaine d'années à peine, peu nombreuses étaient encore les usines qui utilisaient les moteurs à gaz; encore s'agissait-il ici d'installations de faible puissance. Les installations hydrauliques exceptées, la vapeur était alors seule employée pour la production de la force motrice. Les premiers essais d'appareils à gaz furent peu satisfaisants, les grands moteurs à gaz présentant de graves et nombreux inconvénients et ne répondant pas à tous les desiderata.

Au début, le gaz d'éclairage seul était employé; quelques rares stations électriques isolées seulement, possédaient de petits moteurs à benzine ou à pétrole.

Ce n'est que dans les toutes dernières années que les moteurs à gaz furent appréciés comme producteurs de force motrice, grâce au perfectionnement des gazogènes en général et surtout des gazogènes à aspiration, et grâce aussi à l'emploi des gaz de hauts fourneaux et de fours à coke.

L'ingénieur anglais Dowson construisit l'un des premiers, en 1879, un petit gazogène à soufflage adapté spécialement à l'alimentation de moteurs à gaz pauvre et provoqua ainsi le développement de ces appareils.

En Allemagne, une installation de ce genre fut montée, pour la première fois, en 1886, par la Fabrique des moteurs à gaz Deutz, à Cologne-Deutz. En 1900, on pouvait voir, à l'Exposition universelle de Paris, un appareil à aspiration de Taylor, dont les bons résultats obtenus en 1901 et 1902 contribuèrent beaucoup à répandre ce genre d'installation.

Nous ne pouvons aborder ici l'étude théorique des gazogènes à aspiration, ni examiner leur fonctionnement tant au point de vue chimique que mécanique, depuis la production du gaz dans le générateur jusqu'à la production de la force dans le moteur. Nous nous abstiendrons également de décrire la construction ou les détails d'exécution des anciens et nouveaux types; ces différents points sont d'ailleurs traités abondamment dans des ouvrages spéciaux déjà très nombreux.

Le questionnaire qui a été adressé aux membres de l'Association, a été répondu par 43 entreprises de tramways ou usines; parmi celles-ci, 21 ont déclaré ne pas employer d'installations à gaz pauvre, d'appareils à aspiration; les 22 autres exploitations se sont référées à des brochures connues donnant la description de telles installations; elles ne présentent cependant rien de spécial.

Nous nous sommes donc contenté de donner en annexe la nomenclature des exploitations de tramways dont les moteurs sont alimentés par gazogènes; les membres de l'Association que ces installations intéresseraient particulièrement pourront ainsi s'y renseigner.

On obtient le gaz pour moteur, gaz de gazogène, gaz mixte, gaz Dowson, gaz pauvre, etc., par gazéification de combustibles bitumineux, tels qu'anthracite, coke (de gaz et de four), poussier de coke, charbon de terre, lignite, briquettes de lignite, charbon de bois, tourbe, dépôts des chambres de fumée, tourteaux d'huileries, sciure de bois, copeaux, etc.; les quatre derniers combustibles exigent cependant des gazogènes spéciaux, afin de pouvoir enlever le goudron qui se forme, ou du moins afin d'empêcher ce corps de nuire au fonctionnement.

Le gaz de gazogène normal (et aussi le gaz d'aspiration) comporte la composition volumétrique suivante, qui peut varier dans certaines limites, suivant la qualité du combustible :

Acide carbonique CO^2, en centièmes	. . . . . .	5 à 7
Oxyde de carbone CO, —	. . . . . .	20 à 26
Hydrogène H, —	. . . . . .	17 à 20
Azote Az, —	. . . . . .	47 à 55
Hydrocarbures C^mH^n, —	. . . . . .	1 à 3

Le combustible, selon sa qualité, donne de 4,5 à 5 m^3 : kg d'un gaz de 1100 à 1350 calories par mètre cube; le gaz ainsi produit réclame en général l'insufflage de 1 à 2 kg de vapeur d'eau.

Le rendement du combustible dans de bons gazogènes est en moyenne de 80 pour 100, le rendement calorifique est, d'après des renseignements fournis par Dowson dans une conférence faite à Birmingham, de 30 pour 100, et le rendement du gazogène de 90 pour 100, alors que ces mêmes rendements ne sont que de 15 et 70 pour 100 pour les installations à vapeur. Le pouvoir calorifique du gaz est de 160 calories anglaises pour 1000 pieds cubes et les frais de production pour la même installation varient de 16 à 26 centimes. Les appareils exigent peu d'entretien et consomment en moyenne 0,05 m^3 de combustible par cheval-heure utile. En supposant le prix de l'anthracite à 22,50 fr la tonne, il en résulterait un coût du kilowatt-heure d'environ 5 à 6 centimes.

Les dépenses annuelles d'exploitation pour des installations de force motrice de différents types de 25 et 100 chevaux, sont données dans le tableau ci-dessous :

	25 chevaux.		100 chevaux.	
	Francs.	Centièmes.	Francs.	Centièmes.
Électromoteur : prix de l'énergie 10 centimes par kilowatt-heure; rendement, 98 pour 100, intérêt et amortissement, 7,5 pour 100.	5244	100	20 846	100
Machine à vapeur à grande vitesse : 2,25 kg de charbon par cheval-heure; charbon à 15 fr la tonne; 18 litres d'eau par cheval-heure à 20 centimes				

	25 chevaux.		100 chevaux.	
	Francs.	Centièmes.	Francs.	Centièmes.
les 1000 litres; salaires, 19 fr. par semaine; intérêt et amortissement, 10 pour 100. . . .	4334	82,7	12 474	59,6
Moteur à gaz : 0,46 m³ de gaz d'éclairage par cheval-heure à 9,3 centimes par m³; intérêt et amortissement	3167	66,1	11 598	55,6
Moteur de gaz pauvre (gaz de Dowson) : 0,45 kg de charbon par cheval-heure à 25 fr la tonne; eau, 3,41 litres par cheval-heure à 20 centimes le m³; salaires, 6,30 fr par semaine; intérêt et amortissement à 10 pour 100	1736	33,1	5 968	28,6

Il résulte de ce qui précède que les dépenses annuelles d'exploitation pour des installations de moteurs à gaz pauvre, représentent pour 25 chevaux 33,1 pour 100, et pour 100 chevaux 28,6 pour 100, des dépenses d'exploitation par électromoteurs.

Les avantages des installations à gaz pauvre sont : moindre consommation en combustible; simplicité de service; utilisation complète du combustible sans aucune perte; vidange facile en pleine marche; grande élasticité de fonctionnement; grande puissance calorifique; régularité de composition du gaz; enfin, ceci surtout pour la production de la force motrice, économie de plus de 40 pour 100 des moteurs à gaz par rapport aux meilleures machines à vapeur.

Ces avantages, de même aussi que les grands progrès réalisés dans la combustion des gazogènes et des moteurs à gaz, qu'il n'est plus rare aujourd'hui de voir construire à plus de 750 poncelets, ont conduit, dans maintes stations centrales d'électricité, à substituer ce nouveau mode de production d'énergie aux anciennes machines à vapeur.

La question de la production de l'énergie par le gaz pauvre mérite un examen plus étendu, et nous serions heureux si notre communication pouvait être le point de départ d'une étude plus complète.

Avant de terminer, nous citerons encore comme moteur à combustion le moteur Diesel, qui a été particulièrement perfectionné dans les dernières années et qui, par suite de l'emploi de combustibles liquides de peu de valeur, tels que naphte brut ou résidus de pétrole, alcool à l'état brut, présente, notamment pour les stations électriques, une grande importance; le moteur Diesel est d'ailleurs, au point de vue économique, supérieur à toutes les machines thermiques, en ce qui concerne la transformation de l'énergie calorifique du combustible brut en travail mécanique.

Le moteur Diesel est toujours prêt à fonctionner; il n'a pas de chaudière; la consommation de combustible y est nulle à l'état de repos; il prend peu de place, n'est pas soumis à autorisation spéciale et peut se placer dans des locaux habités, car il est sans danger et présente toute sécurité au point de vue de l'incendie; sa marche est sûre; son entretien facile; il est durable, ne gêne ni par les odeurs, ni par la fumée, ni par le bruit, n'a pas d'appareil d'allumage, ni de fusion interne; son fonctionnement est propre; sa perfection lui donne une grande importance économique. Les dépenses de combustible par poncelet y sont de 3,2 centimes.

Les appareils examinés ici se répandent de plus en plus et méritent par leur perfection et leur construction une attention toute spéciale, car ils donnent actuellement, avec le moteur Diesel notamment, le mode de production d'énergie incontestablement la moins coûteuse.

Générateurs a gaz pauvre installés dans des usines génératrices de tramways électriques. — 1. Lausanne, 400 chevaux et 2. Orléans, 500 chevaux, par Fichet et Heurtey; consommation de charbon : 0,8 kg par kilowatt-heure. — 3. Cassel (Allemagne). — 4. Pressbourg et Szalaeyerszag. — 5. Altrahlstadt-Volksdorf près Hambourg. — 6. Scheveningue. — 7. Hôtel des Deux Villes, La Haye. — 8. Firme Peck et Cloppenbourg, La Haye. — 9. Firme Slokking et van Lith, Amsterdam. — 10. Watergraafsmeer. — 11. Losduinen près La Haye. — 12. Walthamston, près Londres. — 13. Brighton Beach Tramways. — 14. Zurich-Oerlikon-Seebach. — 15. Barcelone-San Andrès et Extensions, 800 chevaux. — 16. Zürichbergbahn à Zurich. — 17. Tramways de Catane. — 18. Tramways de Halle, Mersebourg, — 19. Poitiers, 250 chevaux. — 20. Tunis, 600 chevaux, et 21. Saint-Ouen, 400 chevaux; Gazogène Dowson, par Fichet et Heurtey, consommation de charbon : 0,8 kg par kilowatt-heure. — 22. Amsterdam. — 23. Nancy, 350 chevaux. — 24. Chemin de fer électrique de Mödling-Huntersbrühl.

LE RÉGIME FUTUR DE L'ÉLECTRICITÉ A PARIS

DOCUMENTS

En attendant que la question du Régime futur *reçoive une solution depuis si longtemps attendue, voici les derniers documents qui nous parviennent et que nous insérons à titre documentaire.*

Syndicat professionnel des industries électriques. — *Deuxième Commission permanente.* — M. Ch. de Tavernier, *Président.*

Sur la demande d'un certain nombre de ses membres appareilleurs et installateurs, la deuxième Commission s'est réunie le 17 juillet dernier pour discuter les intérêts généraux des appareilleurs et installateurs en vue du régime futur de l'électricité à Paris.

Considérant que le rôle du futur concessionnaire de l'électricité, à Paris, doit être restreint à la vente du courant;

Considérant que tout monopole ou avantage à lui réservé pour les installations intérieures léserait à la fois les intérêts des abonnés, des propriétaires, des installateurs, des fabricants de câbles, d'appareils, etc.;

Elle a émis le vœu qu'un article inséré dans le cahier des charges interdise formellement aux futurs exploitants de s'imposer directement ou indirectement dans tous travaux ou fournitures à faire à l'intérieur des immeubles, c'est-à-dire au delà du coffret d'arrivée ou du poste de transformateur.

M. Ch. de Tavernier a fait parvenir un extrait de cette délibération à M. F. Roussel, président de la première Commission du Conseil municipal.

Conseil municipal. — Dans sa séance de rentrée du 26 octobre 1906, le Conseil municipal de la ville de Paris, sur la proposition de M. Félix Roussel, a voté une *ouverture de crédit pour l'étude du transport de l'énergie hydro-électrique.*

Voici l'extrait du compte rendu de la séance du Conseil relatif à ce vote.

M. Félix Roussel, président de la première Commission. — Messieurs, au cours des débats de la dernière session sur le régime futur de l'électricité, vous avez pu vous rendre compte de l'importance du problème de l'utilisation des forces hydrauliques pour la production de l'énergie électrique. C'est ce qu'on appelle la question de la « houille blanche ».

Vous savez également qu'un intéressant projet a été pré-

›senté au Conseil, ayant pour objet l'utilisation des forces du Rhône à l'entrée en France de ce fleuve.

La première Commission a pensé qu'il était utile d'examiner sur place les conditions dans lesquelles ce projet pourrait être réalisé, en même temps que d'étudier diverses installations hydro-électriques qui fonctionnent dès à présent en Suisse et dans la région lyonnaise.

A cet effet, elle a décidé l'envoi d'une délégation, pour les frais de mission de laquelle je demande au Conseil de voter un crédit de 2500 fr.

En conséquence, j'ai l'honneur de déposer le projet de délibération suivant pour lequel je demande l'urgence :

« Le Conseil

« Délibère :

« Un crédit de 2500 fr est ouvert à la première Commission pour frais d'une mission destinée à étudier la question du transport de l'énergie hydro-électrique.

« Signé : Félix Roussel. »

L'urgence est prononcée.

La proposition est adoptée.

(La Commission s'éclaire... et nous éclairons la Commission. Douce réciprocité).

Groupe de défense des intérêts des installateurs et constructeurs électriciens. — Rapport de la Commission chargée de l'élaboration du Cahier des revendications de l'industrie électrique.

Au moment où le Conseil municipal est appelé à étudier le régime de l'électricité à Paris, les divers groupements qui se rattachent à cette industrie ont jugé utile de s'occuper eux aussi de cette grave question.

Connaissant mieux que tous autres, pour les avoir observés et en avoir souffert pendant les nombreuses années du régime actuel, les abus que permettent des cahiers des charges incomplets, les installateurs ont pensé qu'il était de leur devoir et de leur intérêt corporatif d'apporter leur pièce à l'édifice qui s'élève, et ils ont rencontré dans les autres branches de cette industrie un appui qui leur permet aujourd'hui de présenter un cahier de leurs revendications.

Tous les groupements industriels se rattachant de près ou de loin à l'électricité : installateurs, fabricants d'appareils, bronziers pour l'éclairage, ont été amenés à craindre que leurs droits ne soient méconnus et qu'il ne soit porté un préjudice grave à leurs intérêts et à ceux, non moins intéressants, des 200 000 travailleurs qui vivent à Paris de l'électricité.

Nous ne nous occupons nullement du choix qui peut être fait du concessionnaire, mais nous pensons que, quel qu'il soit, il doit être exclusivement marchand de courant électrique.

Dans l'intérêt primordial du consommateur, le rôle du marchand de courant doit être strictement limité pour assurer le développement d'une industrie qui ne demande qu'à croître et à prospérer, pour le plus grand bien des finances municipales et du bien-être des travailleurs. C'est dans la libre concurrence que nous réclamons qu'ils trouveront avec certitude un travail constant et rémunérateur.

L'électricité ne doit plus être une industrie de luxe, et ce sera l'orgueil et la gloire du Conseil municipal d'en avoir fait une industrie mise à la portée de toutes les bourses. Puisqu'il est reconnu qu'aux points de vue hygiène et propreté, l'électricité tient la première place, pourquoi son prix jusqu'ici l'a-t-il rendue inabordable pour la grande majorité?

Nous avons été surpris d'apprendre que le cahier des charges type était déjà élaboré. Il nous a semblé que l'avis des installateurs et des fabricants d'appareils eût pu être utilement pris. Aussi espérons-nous qu'avant de prendre une décision, le Conseil municipal voudra bien appeler quelques-uns d'entre nous, désignés par leurs confrères, pour leur permettre de lui apporter les simples observations que nous présentons dans l'établissement du cahier des charges. A notre avis, ce cahier des charges doit être unique et complet et déterminer, par des règles strictes, les droits et obligations de chacun et fixer d'une manière uniforme les relations des abonnés tant à l'égard du concessionnaire, qu'à celui des installateurs.

Les observations que nous résumons ci-après ne sont que de simples vœux et nous ne doutons pas que le Conseil municipal ne les accueille favorablement.

1° Système de canalisations. — Il a paru à tous désirable que dans le régime définitif les systèmes de distribution du courant électrique aujourd'hui employés soient unifiés et simplifiés de manière à éviter chez les abonnés l'emploi d'appareils encombrants et compliqués, tels que grilles de distribution, transformateurs, disjoncteurs, etc.

Il faudrait éviter que, pendant la période transitoire, les travaux d'extension de canalisations ne soient complètement arrêtés, comme ils le sont aujourd'hui, car l'abaissement du prix du courant amènerait une diminution de recettes, qui ne peut être évitée que par un développement de canalisations amenant une clientèle assez considérable pour ne pas faire fléchir le chiffre des recettes et au contraire le faire progresser.

Pour arriver à ce résultat, le concessionnaire devrait donner le courant à toutes personnes se trouvant sur le parcours des canalisations actuellement existantes ou à une distance à déterminer de ces canalisations.

Mais nous ne devons pas seulement envisager la période de transition, mais bien aussi la période définitive. Nous avons pensé que le plan de la canalisation générale à établir devrait, peut-être, être scindé en trois parties :

1° *Plan de première urgence à exécuter de suite.* — Canaliser toutes les rues du centre de Paris limitées par les boulevards extérieurs de la place de l'Étoile à la place de la Nation, les quais jusqu'au pont d'Austerlitz, le trajet des tramways Bastille-Gare-Montparnasse et Gare-Montparnasse-Étoile;

2° *Plan de deuxième urgence, à exécuter dans un délai de cinq années.* — Canalisation des grandes voies dans la zone comprise entre la première ligne et les fortifications;

3° *Plan définitif, à exécuter dans un délai de dix années.* — Canalisations complémentaires permettant à tout habitant d'être relié au réseau électrique.

2° Prix du courant. — Les concessionnaires actuels de distribution d'électricité, lorsqu'ils ont établi leurs tarifs, ont pris pour base des conditions d'exploitation aujourd'hui surannées et il n'y a rien d'étonnant à ce qu'actuellement les prix qui n'ont pas été modifiés soient exagérés.

Le nouveau régime, quel qu'il soit, devra tout d'abord tenir compte des nouvelles conditions en rapport avec les progrès actuels de la science, sans établir de parallèle avec l'excès de diminution, qui peut paraître énorme en comparaison des prix actuellement payés.

Sans nous arrêter au prix du courant dans les autres grandes villes et capitales étrangères, prix qui sont, par leur modicité, sans aucune comparaison avec les nôtres, nous nous contentons d'examiner seulement Paris et la banlieue.

Actuellement, en banlieue, on distribue du courant destiné à l'éclairage au prix de 50 centimes le kilowatt. A Paris, les Compagnies actuelles fournissent le courant à de gros consommateurs, tels que le Métropolitain ou les Compagnies de chemin de fer à des prix inférieurs à 12 centimes le kilowatt, et il est peu probable que ces marchés aient été conclus à perte.

On peut donc en déduire que le prix de revient du kilowatt est inférieur à ce chiffre. Par conséquent, le prix de 70 centimes qu'on propose ne doit être considéré que comme un prix essentiellement transitoire qui, dans un délai très bref, doit subir une sensible diminution.

Les prix de 50 centimes pour la lumière et de 25 centimes

pour la force motrice laisseraient certainement une marge suffisante pour les bénéfices et les redevances, et l'application de ce tarif ferait augmenter considérablement les recettes du concessionnaire et de la ville de Paris.

La lumière électrique pénétrerait alors dans les habitations les plus modestes, comme cela a déjà lieu dans les localités où l'énergie électrique est fournie aux consommateurs à un tarif raisonnable.

Grâce à la force motrice à bon marché, on verrait refleurir l'époque des petits façonniers, et chaque famille ouvrière pourrait, se groupant autour du moteur électrique, augmenter son bien-être, grâce à un travail qui redeviendrait rémunérateur.

C'est par cette production intense de force motrice que le concessionnaire pourra obtenir une meilleure utilisation de son matériel et éviter ainsi la fameuse pointe qui a toujours été le prétexte des tarifs élevés.

Le minimum de consommation doit disparaître, et les contrats d'abonnement ne doivent être passés que pour une durée maximum d'une année.

Les exemplaires de police devraient être à la disposition des entrepreneurs, comme cela se pratique au Secteur municipal, toutes les conditions d'installations étant prévues au cahier des charges.

3° Branchements. — Toutes les canalisations sur la voie publique et les branchements sur rue, faisant partie intégrale du système de canalisation et devant appartenir à la Ville, ne doivent être ni vendus ni loués aux abonnés, ainsi qu'il arrive actuellement, et le courant électrique devrait être amené, sans frais d'aucune sorte pour l'abonné, à un point déterminé sur la façade extérieure de l'immeuble à desservir, ainsi que cela se pratique pour l'eau et le gaz.

Nous avons pensé que le voltage pratique ne devrait pas dépasser 110 volts; les essais sur 220 volts étant d'une application difficile dans les immeubles parisiens, et les accidents par défaut d'isolement beaucoup plus graves avec une tension de 220 volts.

4° Colonnes montantes et installations intérieures. — Le concessionnaire, devant être seulement un distributeur de courant, devrait prendre, dans le cahier des charges, l'engagement de renoncer à exécuter aucuns travaux autres que les canalisations et branchements sur la voie publique, de ne favoriser aucune entreprise de travaux d'électricité, soit par sa situation particulière, soit par conseils à l'abonné, soit financièrement, en constituant des entreprises d'installation ou en s'y associant, et cela sous peine de déchéance.

De nombreux exemples de municipalités ayant accordé un monopole des installations dans les contrats passés avec le fournisseur de courant, ou n'ayant pas su y introduire une clause contre un monopole déguisé, ont démontré que non seulement les installateurs, et à Paris ils sont légion, se trouvaient écartés des villes ainsi administrées, mais que le matériel employé (interrupteurs, coupe-circuit, câbles, moteurs, compteurs, tableaux de distribution) se trouvait de fait monopolisé chez un même fabricant.

On arriverait, en opérant ainsi, à l'encontre des intérêts de la Ville, par la fermeture successive des maisons d'entreprises, et des maisons de fabrication d'appareils qui font vivre à Paris des milliers de personnes, pour aboutir à ce résultat :

Un seul producteur et distributeur de courant;

Un seul entrepreneur;

Un seul fabricant d'appareils, dont souvent même les usines seraient hors Paris.

En résumé, liberté complète pour l'abonné ou le propriétaire de faire exécuter ses travaux d'installations ou de colonnes montantes par qui bon leur semblera, à l'exclusion du concessionnaire de la distribution de courant ou de ses associés, et sous des conditions de contrôle qui devront être déterminées.

Le cahier des charges devrait spécifier d'une manière précise les sections à donner aux colonnes montantes et aux installations intérieures, le mode d'exécution des travaux, les matériaux devant constituer tant les canalisations proprement dites que les appareils à utiliser, les isolements à employer et dans quel cas, la protection à donner aux appareils et leur construction.

Il ne devrait, sous aucun prétexte, être apporté de modifications aux exigences du cahier des charges et tout installateur, se rapportant aux conditions qui y seraient énoncées, exécuterait ses travaux avec certitude et sans être obligé de s'adresser au concessionnaire.

Tout fabricant qui remplirait dans la construction de ses appareils les conditions réclamées, pourrait les faire accepter par les installateurs, sans qu'aucune marque puisse être imposée.

Le cahier des charges seul doit servir de contrat.

Nous avons pensé que, dans la Commission qui serait chargée de l'établissement de ce cahier des charges des travaux intérieurs et colonnes montantes, devraient être appelés des représentants, tant des installateurs que des fabricants d'appareils à Paris, désignés par leurs confrères.

5° Compteurs. — L'abonné doit avoir le droit d'acheter et de faire poser chez lui tel compteur qui lui conviendra, du moment qu'il sera d'un modèle admis par la Ville de Paris, et les prix maxima d'entretien de ces compteurs devront être spécifiés au cahier des charges.

Dans le cas où l'abonné préférerait louer son compteur, le prix maximum de location, établi d'après la valeur du compteur, serait fixé par ce même cahier des charges, pour éviter les abus qui se produisent actuellement.

Le cahier des charges devrait déterminer les conditions d'installation des compteurs,

La Ville de Paris accordant pour le gaz des avantages et des facilités pour les loyers inférieurs à 500 fr, nous avons pensé qu'il devrait en être de même pour l'électricité, et que les abonnés, placés dans ce cas, devraient être exonérés des droits de compteur ou droits annexes qui pourraient être établis.

6° Avances sur consommation. — Les sommes que le concessionnaire pourrait être autorisé à percevoir à titre d'avance sur consommation devraient être stipulées au cahier des charges, et il conviendrait de réduire considérablement le tarif pratiqué par les Compagnies existantes.

Ces sommes porteraient intérêts au profit des abonnés et devraient être déposées dans les caisses municipales après avoir été converties en obligations de la Ville de Paris, ainsi que cela se pratique pour les cautionnements.

Le concessionnaire ne devrait en aucun cas être autorisé à se servir de ces sommes pour son exploitation.

7° Commission de contrôle. — Dans le cas de contestations techniques entre le concessionnaire et son abonné, ou l'installateur, ces contestations devraient être tranchées par une Commission officielle de contrôle, où nous serions heureux de voir figurer des installateurs et des constructeurs d'appareils désignés par leurs confrères.

Telles sont les considérations que nous avons cru devoir soumettre au Conseil municipal, et qui nous semblent assez intéressantes pour justifier auprès de lui de notre désir d'être entendus par sa Commission d'éclairage.

Les membres de la Commission :

A. Burgunder, *président*; H. Sausse, *rapporteur*;
L. Étienne, Ph. Morand, G. Rougé, L. Tournaire, D. Sack.



BIBLIOGRAPHIE

Théorie et calcul des lignes à courants alternatifs, par Rœssler, traduction Steinmann. — *Ch. Béranger*, éditeur, Paris, 1907. — Format : 22 × 14 cm; 288 pages. — Prix : 12 fr.

Comme le rappelle très justement le traducteur de ce volume, professeur lui-même à l'École de mécanique de Genève, le professeur Rœssler, de l'École technique supérieure de Danzig, n'est pas un inconnu pour les ingénieurs « de langue française », suivant son expression, et pour nos lecteurs en particulier. Ses précédents ouvrages sur les Électromoteurs « à courant continu » et « à courants alternatifs » nous l'ont révélé, grâce à M. Samitca, sous un jour des plus favorables en raison de sa façon simple et pratique de présenter les sujets et de son constant souci de donner une interprétation concrète des formules trouvées. Ce nouveau volume rompt cependant un peu, et peut-être pour cause, avec cette précédente tradition qui a l'avantage de ramener constamment l'étudiant à la considération des phénomènes eux-mêmes, sans que leur dépendance mutuelle disparaisse au cours des transformations algébriques. L'emploi actuel des quantités complexes de Steinmetz, dans l'hypothèse de courants sinusoïdaux, s'il simplifie et abrège les expressions longues et compliquées des équations différentielles aux dérivées partielles, ne laisse pas subsister plus que celles-ci la facile interprétation physique des phénomènes qu'elles représentent. Cet ouvrage ne s'occupe d'ailleurs, dans ces conditions, que des courants intenses de forme sinusoïdale. Les phénomènes qui ne peuvent se traiter par la méthode suivie, tels que ceux qui se produisent lors de la fermeture et de l'ouverture subites d'un circuit, sont naturellement laissés de côté. Il en est de même de l'influence de la dissymétrie des lignes qui conduit à des résultats trop compliqués.

Afin de reconnaître autant que possible l'influence propre de la capacité uniformément répartie, l'auteur a étudié tout d'abord la façon dont se comporte une ligne douée seulement de résistance et de capacité; puis il a complété cette étude par un exemple numérique résolu graphiquement et par le calcul. Rappelé plusieurs fois au cours du volume, ledit exemple sert de base et de point de départ pour l'étude d'une ligne réelle possédant à la fois de la résistance, de la capacité, de la self-induction et présentant des dérivations dans l'isolant. — Pour l'application graphique des résultats trouvés, M. Rœssler s'est servi des constantes électriques d'une série de câbles pour 10 000 volts, de diverses sections, constantes qui lui ont ont été fournies par une grande maison de construction allemande. La fameuse ligne Lauffen-Francfort (1891) lui a servi, d'autre part, de type de ligne aérienne pour l'application des formules.

En résumé, cet ouvrage se compose d'études théoriques générales faites dans le but d'arriver à des méthodes simples et pratiques permettant de calculer par avance la façon dont les lignes se comportent une fois posées, et d'exemples numériques se rapportant aux câbles et à la ligne aérienne ci-dessus spécifiés. Si ce but essentiellement pratique est atteint, peu importe la plus ou moins grande abstraction des procédés employés pour résoudre le problème si actuel et encore plus futur de la « Transmission de l'énergie à grande distance », titre générique du volume qui en développe un des éléments.

E. Boistel.

Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons, rédigées par la Chambre syndicale des Industries électriques. — Imprimerie *Chaix*, éditeur. 1906. — Format : 21 × 13 cm; 23 pages. — Prix 0,75 fr.

La longueur et le libellé du titre de cette plaquette nous dispensent de toute explication sur son sujet, mais non d'une recommandation toute spéciale qui sort généralement de nos attributions, mais qu'imposent ici l'intérêt de tous et la modicité du prix auquel elle s'offre au public. Nous disons intentionnellement « au public », parce que, épée à deux tranchants, elle vise aussi bien les installés que les installeurs : les premiers, pour leur apprendre ce qu'ils peuvent ou doivent, moyennant prix convenable, exiger des seconds; ceux-ci, pour les bien pénétrer de ce que, dans les mêmes conditions, on est en droit d'exiger d'eux. — Oyez donc, vous tous qu'intéressent à un titre quelconque les applications domestiques de l'électricité : — 0,75 fr ce guide précieux de toute installation intérieure! C'est pour rien! Qu'on se le dise!

E. Boistel.

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

AFFAIRES NOUVELLES

Compagnie française de Tramways et d'Éclairage électriques de Shanghaï. — Cette Société a été définitivement constituée le 21 juillet 1906. Elle a pour objet : la construction et l'exploitation d'un réseau de tramways à établir dans les rues de la concession française de Shanghaï et sur les routes municipales extérieures et pouvant s'étendre éventuellement sur le territoire chinois; l'exploitation du monopole de l'éclairage public et privé et le transport d'énergie électrique sur ladite concession française et sur les routes municipales extérieures ainsi que sur le territoire chinois; toutes opérations immobilières, commerciales, industrielles ou financières se rattachant à l'objet ci-dessus énoncé.

La Société peut s'intéresser par voie d'apport, de souscription d'actions, de participation ou d'avances de fonds dans toutes autres Sociétés, en Chine ou ailleurs, françaises ou étrangères, ayant un objet analogue au sien ou utiles à son développement ou relatives à des entreprises de transport par

terre ou par eau aboutissant à ou près de la concession française de Shanghaï.

Elle peut également faire, avec des Sociétés concessionnaires de tramways sur des territoires voisins, tous accords utiles pour l'exploitation en commun de leurs lignes respectives.

Le siège de la Société est à Paris, rue Chauchat, n° 5. Il pourra être transféré en tout autre endroit de la même ville par simple décision du Conseil d'administration, et dans une autre localité en vertu d'une délibération de l'Assemblée générale. En outre, la Société aura son siège d'exploitation à Shanghaï; ce siège sera considéré pour l'exécution des conventions intervenues avec le Conseil d'administration municipale de la concession française de Shanghaï.

La durée de la Société est fixée à soixante années, à dater du jour de sa constitution définitive, sauf les cas de dissolution anticipée ou de prolongation prévus aux statuts.

Le fonds social est fixé à 3 millions de francs divisé en 12 000 actions de 250 fr chacune. Sur ces actions, 1000, entièrement libérées, ont été attribuées à la *Compagnie internationale d'Orient*, en rémunération de l'apport de ses concessions, les 11 000 actions de surplus étant souscrites et payées en espèces.

Le capital social pourra, sur la proposition du Conseil d'administration, être augmenté en une ou plusieurs fois, par décision de l'Assemblée générale qui fixera les conditions des émissions nouvelles. La préférence, pour la souscription aux nouvelles actions à libérer en espèces, appartiendra aux propriétaires d'actions anciennes, proportionnellement au nombre de titres possédés par eux.

Le capital pourra aussi être réduit, en une ou plusieurs fois par l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration.

La Société est administrée par un Conseil composé de 5 membres au moins et de 9 au plus, pris parmi les associés et nommés par l'Assemblée générale. Les administrateurs doivent être propriétaires chacun de 50 actions pendant toute la durée de leurs fonctions. Ces actions sont affectées à la garantie de la gestion; elles sont nominatives et inaliénables.

La durée des fonctions des administrateurs est de six années, sauf l'effet de renouvellement partiel chaque année ou tous les deux ans. Toutefois la durée du premier Conseil sera de six années pleines.

Le Conseil d'administration a les pouvoirs les plus étendus pour agir au nom de la Société, et faire et autoriser tous les actes et opérations relatifs à son objet.

L'Assemblée générale se réunit de droit dans les six mois de la clôture de l'exercice. En outre, elle se réunit extraordinairement toutes les fois que le Conseil d'administration en reconnaît l'utilité. Les convocations doivent être faites dans un journal d'annonces légales de Paris, vingt jours avant la réunion.

Tout titulaire ou porteur de 20 actions est de droit membre de l'Assemblée. Tous propriétaires d'un nombre d'actions inférieur peuvent se réunir pour former le nombre nécessaire et se faire représenter par l'un d'eux.

L'Assemblée générale ordinaire doit être composée d'un nombre d'actionnaires représentant le quart du capital social.

L'année sociale commence le 1er janvier et finit le 31 décembre. Par exception, le premier exercice comprendra le temps écoulé entre la date de la constitution et le 31 décembre 1907.

Il sera dressé, chaque semestre, un état sommaire de la situation active et passive de la Société et, au 31 décembre de chaque année, un inventaire général de l'actif et du passif.

Dans cet inventaire, on fera subir aux constructions, immeubles, machines, outils, etc., en un mot à tout l'actif mobilier et immobilier de la Société, un amortissement et une réduction pour la dépréciation et l'usure. Le Conseil d'administration sera seul juge de ces amortissements et dépréciation.

L'inventaire, le bilan et le compte de Profits et Pertes sont mis à la disposition du ou des commissaires le quarantième jour au plus tard avant l'Assemblée générale. Quinze jours au moins avant la réunion de l'Assemblée générale, tout actionnaire peut prendre, au siège social, connaissance de l'inventaire et de la liste des actionnaires et se faire délivrer copie du bilan résumant l'inventaire et du rapport du ou des commissaires.

Les produits nets, déduction faite de toutes les charges, constituent les bénéfices. Sur ces bénéfices, il est prélevé :

1° 5 pour 100 pour la réserve légale;

2° La somme nécessaire pour servir aux actionnaires 6 pour 100 d'intérêt annuel sur le montant des versements régulièrement appelés.

Le solde disponible sera partagé de la manière suivante :

10 pour 100 au Conseil d'administration;

90 pour 100 aux actionnaires.

Sur les 90 pour 100 ci-dessus mentionnés, l'Assemblée générale pourra, sur la proposition du Conseil d'administration, prélever tout ou partie de ce surplus pour l'affecter à l'amortissement du capital-actions, à la formation de réserves spéciales et de fonds de prévoyance.

Les fonds ainsi affectés à l'amortissement seront versés à un compte spécial et pourront être employés par l'Assemblée générale, sur la proposition du Conseil d'administration, au remboursement du capital-actions par parts égales.

A l'expiration de la Société ou en cas de dissolution anticipée, la liquidation s'opérera, sauf décision contraire de l'Assemblée générale, par les soins du Conseil d'administration alors en exercice.

Si la liquidation fait ressortir un chiffre supérieur à celui du capital social, le surplus sera réparti entre tous les actionnaires, après prélèvement au profit du Conseil d'administration, alors en exercice, d'une quotité qui sera déterminée par l'Assemblée générale. Cette quotité sera répartie entre les membres du Conseil, comme celui-ci le jugera convenable.

Le premier Conseil d'administration est composé de : MM. Georges Ackermann, demeurant à Shanghaï; Max Boucard, maître des requêtes honoraire au Conseil d'État, officier de la Légion d'honneur, demeurant à Paris, 42, rue Ampère; Camille Brousseaud, demeurant à Paris, 57, rue de l'Université; Émile Francqui, administrateur-directeur de la Compagnie internationale d'Orient, demeurant à Bruxelles; Pierre Liénart, ingénieur, demeurant à Ixelles; Georges Martin, demeurant à Paris, 59, rue de Miromesnil; Lucien Michelot, inspecteur général des agences de la Banque de l'Indo-Chine, chevalier de la Légion d'honneur, demeurant à Monthyon (Seine-et-Marne); et Charles Wehrung, banquier, chevalier de la Légion d'honneur, demeurant à Paris, 2, rue Blanche.

MM. Charles Noël, comte de Vaux, demeurant à Bruxelles, et Gaston de Casteran, demeurant à Paris, 49, rue Labruyère, ont été choisis pour remplir les fonctions de commissaires.

ADRESSES RELATIVES AUX APPAREILS DÉCRITS

DANS LE PRÉSENT NUMÉRO.

APPAREILS DE JONCTION. — *MM. Belliol et Reiss*, 20, rue des Bons-Enfants, Paris.

TÉLÉGRAPHIE MORSE-BOGNI. — *M. Bogni*, 17, Via Ariosto, Milan.

L'ÉDITEUR-GÉRANT : A. LAHURE.

58382. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 358. 25 Novembre 1906

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 212ter, boulevard Pereire. — Paris. TÉLÉPHONE 536-02	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Conducteurs électriques en sodium. — Malgré le titre paradoxal de cette information, la possibilité de l'emploi de ce métal comme conducteur est dès aujourd'hui parfaitement admissible dans certaines conditions données, ainsi qu'il résulte d'un article publié par M. Anson. G. Betto dans un récent numéro de l'*Electrical World*. M. Betto a trouvé que la résistivité du sodium est le *triple* de celle du cuivre, mais comme sa densité est neuf fois plus faible, un conducteur d'une longueur et d'une résistance données est trois fois moins lourd en sodium qu'en cuivre. Comme le sodium pourrait être fabriqué à raison de 1 fr le kg, on voit que le conducteur en sodium pourrait être *six fois* moins cher que le cuivre. Mais le sodium dont la densité est de 0,98, fond à 95 degrés C, et s'enflamme spontanément au contact de l'eau. Tous ces inconvénients sont atténués en plaçant le conducteur en sodium dans un tube de fer qui le maintient, le protège et concourt à la conduction du courant.

Il va sans dire que l'emploi des conducteurs bi-métal *fer-sodium* serait réservé, jusqu'à nouvel ordre, aux canalisations souterraines de grande intensité et de basse tension. Un bâtiment canalisé au fer-sodium dans lequel le feu éclaterait serait en mauvaise posture par la crevaison des tuyaux renfermant le sodium qui, en s'échappant des fissures, brûlerait comme du zinc, et brûlerait encore mieux si on l'arrosait avec de l'eau. Ces objections n'existent pas pour les canalisations souterraines extérieures, telles que les feeders de chemin de fer.

Il est bien évident que ce n'est pas demain que les canalisations en sodium se répandront dans la contrée, mais il ne faudrait pas jurer qu'il n'en sera jamais fait emploi, en présence de la hausse persistante du prix du cuivre. Qui aurait cru, il y a vingt-cinq ans, lorsque l'aluminium coûtait 125 fr le kg, qu'il serait plus tard utilisé par centaines de tonnes pour le transport de l'énergie à distance. Il en est cependant ainsi, actuellement en Amérique. Il ne faut donc jurer de rien....

Concours de moteurs à gaz pauvre, *organisé par la Commission exécutive de la 9e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports à l'Esplanade des Invalides, du 7 au 23 décembre 1906.* — Dans le but de contribuer à la vulgarisation des moteurs à gaz pauvre pour leur emploi dans l'industrie de l'automobile et les industries qui s'y rattachent; dans le but de démontrer aussi les services que peuvent rendre ces moteurs dans les hôtels construits sur les données discutées au cours du dernier Congrès du Tourisme automobile, la Commission exécutive du Salon de l'Automobile, du Cycle et des Sports de 1906, a décidé d'organiser, dans l'enceinte de l'Exposition, un Concours international de moteurs à gaz pauvre.

Participeront à ce concours les exposants seuls du groupement complet Gazogène-Moteur-Dynamo. Ce groupement devra porter sur le bulletin d'inscription au concours le nom de

l'exposant, sans qu'il soit fait mention de la provenance des trois éléments du groupement, Gazogène-Moteur-Dynamo, les récompenses étant d'ailleurs attribuées au groupement seul.

Un jury nommé par la Commission exécutive aura à juger, en se basant sur trois éléments d'appréciation :

1° Simplicité de l'installation et des manœuvres;

2° Sécurité du fonctionnement et des conditions d'hygiène de son installation;

3° Dépense en combustible évaluée en francs par kilowatt-heure.

Pour renseignements complémentaires, s'adresser à l'Automobile-Club de France, 6, place de la Concorde, Paris.

Tableau d'avancement. — Les récentes nominations faites dans l'ordre national de la Légion d'honneur à l'occasion des Expositions de Saint-Louis (1904) et de Liège (1905) prouvent que nos ministres — mais ils changent si souvent et c'est leur excuse — sont mal ou incomplètement renseignés sur la valeur de notre monde électrique industriel; ils obéissent à certaines influences d'antichambre ou de pistonnage et négligent autant la valeur personnelle que les services rendus. Sans trop insister sur les surprises des dernières nominations, nous croyons utile de publier une liste, *par ordre alphabétique*, des principaux *oubliés*, en vue des nominations qui se préparent. Nous prenons donc la liberté grande de dresser un tableau d'avancement auquel chacun se ralliera dans le monde industriel et électrique, nous en avons la conviction, pour ne pas dire la certitude. Voici ce tableau :

MM. *Aliamet*, *Armagnat*, *Arnoux* (René), *Boucherot* (Paul), *Brocq*, *Gaiffe*, *Labour*, *Latour*, *Montpellier*, *Rey* (Jean), *Rechniewski* (Camille), *Roux* (Gaston).

Traction par courant alternatif simple à Milan. — On sait que l'Exposition de Milan est composée de deux parties, le Parc et la Place d'Armes, reliées par une ligne surélevée à traction électrique.

C'est la première à laquelle ait été appliquée en Italie le courant alternatif simple.

Les trains sont composés de 4 voitures, toutes motrices : à chaque extrémité une voiture comportant 2 moteurs de 22 kw, et intermédiairement deux voitures à un seul moteur de même puissanee.

Les transformateurs qui les alimentent sont portés par les voitures extrêmes, un sur chacune d'elles, avec un primaire indivisible alimenté par la ligne à 2000 volts, et un secondaire divisé de manière à donner une tension variable de 110 à 300 volts, au moyen du contrôlenr

La fréquence est de 15 périodes par seconde. La prise de courant est un archet Siemens.

Chaque train peut contenir 260 personnes, et peut parcourir en 3 minutes environ la distance de 1400 m qui sépare les deux stations.

L'énergie électrique utilisée provient d'une usine placée sous la gare de la Place d'Armes, et comportant le matériel suivant : Moteur à gaz Langen et Wolff commandant un alternateur Gadda de 400 kw à 20 périodes par seconde.

Un transformateur de fréquence de 300 kw pouvant emprunter le courant du réseau Édison à 40 périodes par seconde et le transformer pour la basse fréquence de traction.

Une permutatrice Rougé et Fayet installée là par la Compagnie égyptienne pour le service d'éclairage à 500 v à courant continu. L.

Le remorqueur électrique Teltow. — *L'Elektrotechnik und Maschinenbau* donne les renseignements suivants sur ce remorqueur en essais sur le canal du même nom aux environs de Berlin. Ce bateau, construit par la maison Siemens-Schuckert, comporte 6 compartiments dont 3 sont occupés par les 220 éléments de la batterie d'accumulateurs d'une capacité de 244 A-h pour une décharge en 5 heures et dont le poids total est de 11 000 kg; 20 éléments sont réunis dans une caisse en bois. La charge de la batterie se fait au moyen de la ligne qui dessert la locomotive de halage en élevant la tension de la dynamo génératrice. Dans le quatrième compartiment du bateau sont disposés 3 moteurs série, commandant directement les 3 hélices. Le moteur du milieu a une puissance de 19 kw environ, les 2 autres 15 kw. Comme la vitesse des moteurs est très élevée (202 t : m à 120 v, 536 t : m à 445 v), on a employé de petites hélices à grande vitesse. L'emploi de 3 hélices fait que les remous dans le canal sont peu importants, que la direction est facile, et que la vitesse des moteurs peut être très bien réglée par la mise en parallèle ou en série; un combinateur à 8 positions permet les combinaisons. On peut également alimenter les bateaux au moyen de la ligne aérienne desservant le halage, au moyen d'un contact analogue à celui de Lombard-Gérin, mais la mise en marche du contact par moteur synchrone triphasé ne convient pas pour le remorquage où la vitesse est variable. On a donc construit une commutatrice particulière dans lequel au moyen d'un régulateur la vitesse du contact correspond exactement à celle du bateau.

Les trolleys ont 10 m de long et permettent au bateau de se déplacer latéralement de 4 à 5 m. A une vitesse de 4 km à l'heure, la dépense de courant a été de 9 kw par tonne-km, avec un rendement moyen du remorqueur de 22 pour 100. La dépense d'énergie des locomotives étant à peu près le tiers, on a abandonné le remorquage.

Les essais avec un bateau à alcool ont montré que l'on dépense 0,01 kg d'alcool par t-km, c'est-à-dire à peu près une dépense de 3 centimes par t-km (sans compter le graissage, etc.). Un remorqueur ordinaire à vapeur dépense environ 0,5 kg de charbon par t-km. Le prix de revient du combustible pour un remorqueur à vapeur de 75 kw s'élève à peu près à 5 centimes par t-km.

Turbines. — Ainsi que l'annonce la *Zeitschrift für das Gesamte Turbinenwesen*, il a été demandé en 1905 en Allemagne 255 patentes dont 147 ont été accordées. Ces patentes se répartissent ainsi qu'il suit :

	Patentes demandées.	Patentes accordées
Turbines à vapeur (y compris celles à gaz)	151	88
Turbines hydrauliques	5	5
Pompes centrifuges	49	30
Machines à vapeurs rotatives	50	24

Le télégraphe et les noms chinois. — Le Directeur général des Télégraphes de l'Empire chinois vient de nommer un Comité, dont la mission est de réglementer et d'unifier l'orthographe des noms des villes du Céleste Empire, car le développement du service des postes et des télégraphes rend cette mesure indispensable, si l'on veut éviter les erreurs actuelles dont le nombre va sans cesse en grandissant. Cette réforme rendra les plus grands services aux étrangers en relations d'affaires avec la Chine, en leur évitant des pertes de temps considérables dans la remise des télégrammes, car la synonymie presque complète des noms de ville chinois, fait qu'une dépêche, dont l'adresse n'est pas exactement libellée, peut traverser tout le pays avant d'arriver à destination, mais elle y arrive toujours, fût-ce un an après. Les Chinois sont en effet très méthodiques et ne ménagent pas leur peine, et pour eux le temps n'a pas de valeur.

Voici, à titre d'exemple, quelques noms de villes différents : Chank-Lo et Chang-Loh; Ho-Chow et How-Chow; Ngan Tin et Ngan Ting; Ning-Yang et Ning-Yuan. *L'Electrical World* cite le cas d'un négociant de Hong-Kong, obligé de passer plusieurs heures dans la salle de billard de Hong-Kong, pour savoir si le nom d'une ville dans laquelle il doit envoyer un télégramme doit être lu *Ling-tin-Ling* ou *Ting-yin-Ting*.

LA CONSTANCE DE LA MASSE

DANS LES RÉACTIONS CHIMIQUES

On conçoit difficilement que, dans l'état actuel de la science, basée, d'une part, sur le principe de la conservation de la matière et, d'autre part, sur la conservation de l'énergie, la question qui fait le titre de cet article puisse se poser, car, si cette hypothèse n'est pas admise, on peut affirmer hardiment qu'il n'y a plus de physique ni de chimie possible, la disparition mystérieuse d'un peu de matière en un point ayant pour conséquence logique l'apparition d'une quantité non moins mystérieuse de matière en un autre point.

La question s'est cependant posée, et a fait, depuis quelques années, l'objet des recherches précises d'un certain nombre de savants, tels que Kreichgauer, en 1891, M. le professeur Landolt, de Berlin, en 1893, recherches continuées en 1905 au Reichanstalt, de G. Kahlbaum, de Bâle, de M. le professeur J. Joly, de Dublin, en 1903, et M. Lo Surdo, de Milan, en 1904.

Toutes ces recherches sont résumées dans un récent numéro d'*Engineering*, et constituent, à notre avis, plutôt une preuve de l'habileté des opérateurs et de la délicatesse des méthodes et appareils d'observation dont disposent aujourd'hui les savants, qu'une simple présomption de la possibilité réelle de l'hypothèse douteuse qui a provoqué ces recherches.

Dans toutes les expériences faites par M. le professeur Landolt, les corps appelés à réagir étaient mis à l'état de solutions aqueuses dans les deux branches d'un tube en verre, en forme d'U, scellé à la lampe.

Deux tubes aussi identiques que possible étaient placés sur les deux plateaux d'une balance et parfaitement équilibrés dans la balance. L'un des tubes était ensuite incliné pour provoquer le mélange des liquides et leur réaction, puis équilibré dans la balance. On opérait de même sur le second tube et l'on faisait une nouvelle comparaison de leurs poids.

Toutes ces expériences faites avec des solutions très variées ont indiqué, *en général*, une légère diminution de poids consécutive à la réaction, c'est-à-dire une légère diminution de masse.

Les nouvelles expériences de Landolt ont été faites avec des tubes en verre d'Iéna, des tubes en quartz, et d'autres avec des tubes en verre recouverts intérieurement de paraffine, car on avait reconnu que certains tubes fuyaient, à cause de craquelures ou de soufflures invisibles.

Les pesées étaient faites avec des poids en bronze doré. On a tenu compte de l'influence de la température en mesurant ses variations au centième de degré; on ne touchait rien avec les mains et les lectures se faisaient à grande distance, au télescope; on a étudié l'influence de l'échauffement produit par la réaction, celle d'un changement de pression produit dans le tube par cette réaction, etc., etc.

En résumé, les précautions prises permettaient de garantir la précision des mesures avec une erreur de $\pm 0,03$ milligramme sur une masse de 100 à 200 grammes.

Le déficit extrême constaté par M. Landolt s'est produit dans le cas de la réduction du sulfate d'argent par le sulfate de fer; il a atteint 0,199 milligramme. Dans le cas de la réduction de l'acide iodique par l'acide iodhydrique, il a été de 0,177 milligramme.

Dans la plupart des cas, la perte s'est chiffrée par quelques centièmes de milligramme. Quant aux expériences qui ont fourni un *accroissement* de la masse après réaction, elles n'ont pas donné de résultats concordants, et il convient de les rejeter comme douteuses.

Ces chiffres montrent que, dans le cas extrême, la perte maxima de matière trouvée par expérience a été de 20 centièmes de milligramme par des méthodes comportant un si grand nombre de corrections qu'on s'est demandé, au moins pour quelques-unes, s'il ne serait pas plus facile d'en réduire l'importance que d'en établir le calcul exact. Cependant, malgré ces corrections, l'erreur relative reconnue est encore de ± 3 centièmes de milligramme, soit le *septième* (15 pour 100) de la grandeur mesurée dans le cas le plus favorable à la précision de la mesure, mais qui peut atteindre trente, quarante et cinquante pour 100 pour les expériences ayant donné de moins grands déficits.

La précision de ces mesures délicates paraît donc, à notre humble avis, fort sujette à caution, et il nous paraît impossible d'admettre, sur leurs résultats, qu'il y ait perte de matière, d'autant mieux que, comme le fait très bien remarquer l'*Engineering*, tout peut s'expliquer par une *fuite de matière* à travers les tubes de verre ou de quartz. On sait que l'oxyde de carbone fuit à travers le verre et que l'hydrogène *filtre* à travers le verre porté à 600°C. Le quartz fondu sur lequel on avait fondé, au début, tant d'espérances, est, à chaud, aussi perméable que le verre.

Ce qui vient à l'appui de cette hypothèse vraisemblable, c'est que le déficit de matière a été sensiblement nul dans les quatre expériences pour lesquelles on avait recouvert les tubes de verre d'une couche intérieure de paraffine.

On peut conclure de ces expériences que les méthodes et les appareils actuels permettent de constater de très petites variations de masse, mais il serait prématuré d'en conclure que *la masse ne se conserve pas dans les réactions chimiques.*

Nous pouvons donc encore dormir sur nos deux oreilles et faire de la physique et de la chimie sans que le principe de la conservation de la matière, pas plus que celui de la conservation de l'énergie, ne soient contredits par les faits... correctement observés.

É. H.



NOUVELLE MÉTHODE

DE

MESURE DES COURANTS ALTERNATIFS

Le développement de l'électrotechnique a amené un rapide perfectionnement des appareils de mesures.

On peut dire que les appareils et les méthodes de mesures relatives au courant continu ne laissent plus rien à désirer; il n'en est pas de même pour le courant alternatif: les conducteurs de ce courant sont en effet le siège de phénomènes complexes, qui ne sont pas de nature à faciliter la tâche des constructeurs. Parmi le nombre déjà considérable d'appareils de mesures pour les courants alternatifs, il est difficile d'en trouver un seul qui soit capable de répondre aux conditions essentielles, à savoir : proportionnalité de l'échelle, indépendance de la fréquence et du déphasage.

Des appareils thermiques de la maison Hartman et Braun, le galvanomètre de Frize, le voltmètre de Cardew, etc., réunissent déjà il est vrai les deux dernières conditions.

D'autre part des appareils, basés sur le principe des électrodynamomètres de Weber et répondant très bien aux exigences théoriques, ont reçu tout dernièrement des formes très bien adaptées aux besoins de l'industrie. Malheureusement, la présence de ressorts dans ces appareils constitue un grave inconvénient pour l'établissement des constantes.

Dans un article publié dans le journal russe *Electritchestvo* et dont nous donnons le résumé, M. Kroukovski propose une méthode de mesure des courants alternatifs. La méthode Dubois-Raymond devant servir à la mesure des courants continus, a trouvé de nombreuses applications dans les appareils compensateurs, destinés surtout aux usines et aux laboratoires sous le nom de potentiomètres. L'application d'une méthode semblable aux courants alternatifs n'est point possible par le fait des propriétés spéciales de ces courants d'une part et à cause de l'absence d'étalons de force électromotrice d'autre part.

La compensation de deux forces électromotrices n'est possible qu'à la condition que le nombre de périodes et les courbes de forces électromotrices soient identiques.

Soit, en effet, deux forces électromotrices e_1 et e_2, décomposons-les en séries de Fourier, en supposant que les coefficients de quelques termes sont égaux à 0. On a :

$$e_1 = a_1 \sin \omega t + b_1 \cos \omega t + a_2 \sin \omega t + b_2 \cos 2\omega t + a_3 \sin 3\omega t + b_3 \cos \omega t + \ldots \quad (1)$$

$$e_2 = \alpha_1 \sin \omega t + \beta_1 \cos \omega t + \alpha_2 \sin 2\omega t + \beta_2 \cos 2\omega t + \alpha_3 \sin 3\omega t + \beta_3 \cos 3\omega t \ldots \quad (2)$$

Supposons de plus que $e_1 = e_2$, c'est-à-dire que :

$$\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T e_1^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T e_2^2 dt}.$$

$$e_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T (e_1 - e_2)^2 dt} = \sqrt{\frac{2}{T}\left(\int_0^T e_1^2 dt - \int_0^T e_1 e_2 dt\right)}. \quad (3)$$

On voit d'après l'équation (3) que $e_{eff} \geqq 0$.

Substituons dans l'équation (3) les valeurs de e_1 et e_2 tirées de (1) et (2); il est facile de voir que la valeur de e_{eff} devient :

$$e_{eff} = \sqrt{\frac{1}{2}\{(a_1 - \alpha_1)^2 + (b_1 - \beta_1)^2 + (a_2 - \alpha_2)^2 + \sqrt{(b_2 - \beta_2)^2 + (a - \alpha)^2 \ldots}\}} \quad (4)$$

La dernière intégrale ne devient égale à 0 qu'à la condition :

$$a_1 = \alpha_1,\ a_2 = \alpha_2; \qquad b_1 = \beta_1,\ b_2 = \beta_2, \text{ etc.}$$

Les conditions nécessaires pour la compensation complète de deux forces électromotrices excluent toute possibilité de réaliser la compensation directe de courants alternatifs, même si l'on possédait un étalon de force électromotrice.

La méthode proposée par l'auteur repose sur le principe suivant : Supposons deux systèmes d'électro-dynamomètres, électriquement indépendants, dont les parties mobiles sont liées entre elles, de telle sorte que le déplacement du cadre b_1 produit un déplacement correspondant du cadre b_2 (fig. 1).

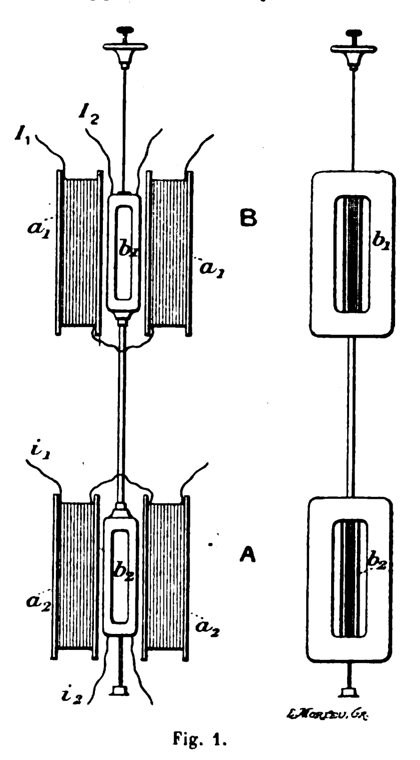


Fig. 1.

Soit a_1 et a_2 les deux bobines fixes. Supposons que des courants i_1 et i_2 arrivent au système A, tandis que le

système B est parcouru par des courants I_1, I_2. Supposons de plus que les couples dans les deux systèmes A, B agissent en sens inverse. En réglant convenablement les courants continus, on peut amener les deux bobines mobiles en état d'équilibre tout en conservant leur position normale.

Afin d'établir les équations d'équilibre, supposons, pour généraliser, que les bobines mobiles font avec leur plan fondamental un angle très petit θ. Le coefficient d'induction mutuelle peut être négligé (¹).

Le couple de torsion C_w produit par le système A, qui reçoit les courants alternatifs i_1 et i_2, est donné par la formule :

$$C_w = k_w \cdot \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) \cdot \frac{1}{T} \cdot \int_0^T i_1 i_2 \, . \, dt \ldots \qquad (5)$$

T étant la durée de la période du courant alternatif et k_w une constante du système de courants continus. De même :

$$C_g = k_g \, . \, I_1 \, . \, I_2 \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) \ldots \qquad (6)$$

k_g étant une constante.

L'équation d'équilibre sera évidemment :

$$C_w = C_g \pm (c + \alpha\theta)$$

c étant le moment du frottement et $\alpha\theta$ le couple de torsion de la suspension.

Le signe (+) correspond au cas de $C_w > C_g$, le signe (—) au cas contraire.

A l'aide des équations (5) et (6) on trouve :

$$k_w \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) \frac{1}{T} \int_0^T i_1 \, . \, i_2 \, . \, dt = = k_g \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) I_1 \, . \, I_2 \pm (c + \alpha\theta) \ldots \qquad (7)$$

Supposons de plus, que les courants i_1 et i_2 étant constants, le système soit en équilibre lorsque la torsion a lieu d'un même angle dans les deux sens, on trouve :

$$C_w = \frac{1}{2}(C_g + C_g')$$

où C_g et C_g' correspondent aux courants I_1, I_2 et I_1', I_2', il vient :

$$k_w \frac{1}{T} \int_0^T i_1 i_2 \, . \, dt = k_g \frac{I_1 \, . \, I_2 + I_1' \, . \, I_2^8}{2} \ldots \qquad (8)$$

on supprime ainsi l'influence des frottements et de la torsion du fil.

Dans certains cas, il y a lieu de tenir compte des résistances mécaniques produites par les conducteurs, qui amènent le courant aux bobines multiples.

La dernière équation (8) montre que la valeur de l'intégrale $\int_0^T i_1 \, . \, i_2 \, . \, dt$ peut être exprimée en fonction des intensités de courants I_1 et I_2 et des constantes k_g et k_w.

Contrairement à ce qui caractérise les *constantes* des appareils de mesure du courant alternatif les valeurs actuelles des constantes k_g et k_w ne dépendent que des dimensions de l'appareil et de la position relative de ses organes; elles peuvent aisément être calculées d'après les dimensions de ces organes (¹).

Les grandeurs mesurables sont : la tension, l'intensité du courant, la puissance et les différences de phase.

I. *Mesure de la puissance du courant alternatif.* — Soit l'équation fondamentale :

$$k_w \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) \cdot \frac{1}{T} \int_0^T i_1 i_2 dt = k_g \, . \, I_1 \, . \, I_2 \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) \pm \pm (c + \alpha\theta).$$

Supposons que les bobines soient placées en série, c'est-à-dire que $I_1 = I_2 = I$, on a :

$$C_w = k_w \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) \frac{1}{T} \int_0^T i_1 \, . \, i_2 \, . \, dt =$$

$$= k_w \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) i_{eff} \frac{e_{eff}}{r} \, . \cos(\varphi - \varphi') \cos \varphi'$$

$$P = e_{eff} \, . \, i_{eff} \cos \varphi,$$

et

$$P = \frac{C_w \, . \, r}{k_w \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right)} \cdot \frac{\cos \varphi}{\cos \varphi' \cos (\varphi - \varphi')}; \qquad (9)$$

de cette façon la puissance d'un courant alternatif peut être plus exactement représentée par l'équation :

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T e_1 i_1 \, dt$$

$$P = \frac{C_w}{k_w} \, . \, r \frac{1}{(1 + \text{tang} \, \varphi \, . \, \text{tang} \, \varphi') \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right)}, \qquad (10)$$

r étant la résistance ohmique du circuit qui contient la bobine mobile, φ le déphasage du courant et de la différence de potentiel dans le circuit principal et φ' le déphasage du courant et de la tension dans le circuit qui contient la bobine mobile.

On a de plus :

$$P = \frac{r}{k_w} \cdot \frac{1}{1 + \text{tang} \, \varphi \, . \, \text{tang} \, \varphi'} \left(I^2 \, . \, k_g \pm \frac{c + \alpha\theta}{1 - \frac{\theta^2}{2}} \right) \qquad (11)$$

ou

$$P = \frac{r}{k_w} \cdot \frac{k_g}{1 + \text{tang} \, \varphi \, . \, \text{tang} \, \varphi'} \left(I^2 \pm \frac{c + \alpha\theta}{1 - \frac{\theta^2}{2}} \right) \qquad (12)$$

Le coefficient $\frac{1}{1 + \text{tang} \, \varphi \, . \, \text{tang} \, \varphi'}$ n'est autre chose que

(¹) Pour éviter l'influence du champ terrestre, le système peut être rendu astatique.

(¹) Des expériences effectuées par M. Fischer à l'École polytechnique de Munich, il résulte que les constantes déterminées par le calcul ne diffèrent pas plus de 0,01 pour 100 de celles trouvées par l'expérience.

l'expression simplifiée de la formule, donnée par Weber pour les wattmètres, et qui ne présente qu'un intérêt théorique.

La formule (12) convient très bien à la mesure de la puissance des courants alternatifs de forme quelconque.

Dans le cas de piles étalons de force électromotrice e_n volts, on a :

$$I = \frac{e_n}{R},$$

R étant la résistance correspondante du circuit de la pile ; il vient :

$$P = r \cdot \frac{k_g}{k_w} \cdot \frac{1}{1 + \operatorname{tang} \varphi \cdot \operatorname{tang} \varphi'} \left(\frac{e_n^2}{R^2} \pm \frac{C + \alpha\theta}{k_g \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right)} \right) \quad (13)$$

Cette dernière formule rapportée au cas de déviation dans les deux sens d'un angle θ devient :

$$P = \frac{r k_g}{2 k_w} \cdot \frac{\omega^2_n}{1 + \operatorname{tang} \varphi \cdot \operatorname{tang} \varphi'} \cdot \left(\frac{1}{R_2^2} + \frac{1}{R_1^2} \right)$$

$$P = A \cdot r \left(\frac{e_n}{R_1 R_2} \right)^2 \cdot \frac{R_1^2 + R_2^2}{1 + \operatorname{tang} \varphi \cdot \operatorname{tang} \varphi'}, \quad (14)$$

dans laquelle A est une constante de l'appareil.

Dans quelques cas il est nécessaire de faire la correction de la puissance P_0 dépensée dans l'appareil ; elle est donnée par la relation :

$$P_0 = e_{eff}^2 \cdot \frac{1}{r}.$$

II. *Mesure de l'intensité.* — Supposons que les bobines a_2 et b_2 soient couplées en série ; $i_1 = i_2 = i$ et $I_1 = I_2 = I$. On trouve comme ci-dessus :

$$\left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) \cdot k_w \cdot \frac{1}{T} \int_0^T i_2 \cdot dt = k_g \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) I^2 =$$
$$= \pm (C + \alpha\theta), \quad (15)$$

le signe $\pm$ dépend du sens de rotation du système mobile.

L'équation (15) donne :

$$i_{eff} = \sqrt{\frac{k_g}{k_w} \cdot I^2 \pm \frac{C + \alpha\theta}{k_w \cdot \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right)}} \quad (16)$$

Cette dernière équation, appliquée aux cas de déviation dans les deux sens d'un angle θ, donne :

$$i_{eff} = \sqrt{\frac{k_g}{k_w} \left(\frac{I_1^2 + I_2^2}{2} \right)} \quad (17)$$

dans laquelle I_1 et I_2 représentent les valeurs respectives des intensités du courant.

Dans le cas d'une pile étalon, on trouve comme ci-dessus :

$$i_{eff} = \sqrt{\frac{k_g}{k_w} \left(\frac{e_n}{R} \right)^2 \pm \frac{C + \alpha\theta}{k_w \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right)}} =$$
$$= \frac{e_n}{R_1 \cdot R_2} \cdot \sqrt{\frac{k_g}{k_w} \left(\frac{R^2 + R_2^2}{2} \right)},$$

ou si l'on donne à R une certaine valeur moyenne R_m

$$i_{eff} = A \frac{e_n}{R_m}, \qquad A = \sqrt{\frac{k_g}{k_w}} = \text{constante.}$$

III. *Mesure des différences de potentiel.* — La mesure de différence de potentiel se réduit à la mesure de l'intensité.

On a en effet l'équation générale :

$$e_{eff} = i_{eff} \sqrt{r_0^2 + (L\omega)^2} \quad (18)$$

dans laquelle r est la résistance ohmique totale du système A, y compris la résistance intercalée, et L le coefficient de self-induction.

On trouve de même :

$$e_{eff} = \sqrt{\frac{e_n^2}{R^2} \cdot \frac{k_g}{k_w} \pm \frac{C + \alpha\theta}{k_w \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right)}} \cdot (r^2 + L^2\omega^2) \quad (19)$$

Les fréquences que l'on rencontre le plus souvent dans la pratique permettent de négliger la quantité $L\omega$, on obtient alors l'expression suivante simplifiée :

$$e_{eff} = \frac{e_n \cdot r_0}{R_1 \cdot R_2} \cdot \sqrt{\frac{k_g}{k_w} \cdot \left(\frac{R_1^2 + R_2^2}{2} \right)}. \quad (20)$$

Si l'on fait pour une certaine valeur de R_m,

$$\sqrt{\frac{k_g}{k_w}} = A,$$

on trouve enfin

$$e_{eff} = A \cdot \frac{e_n \cdot r_0}{R_m}. \quad (21)$$

IV. *Mesure des différences des phases.* — La mesure de différence de phases ou du coefficient de puissance nécessite souvent plusieurs lectures à l'aide de plusieurs instruments. La méthode de M. Kroukovski permet d'effectuer la mesure de différence de phases au moyen de

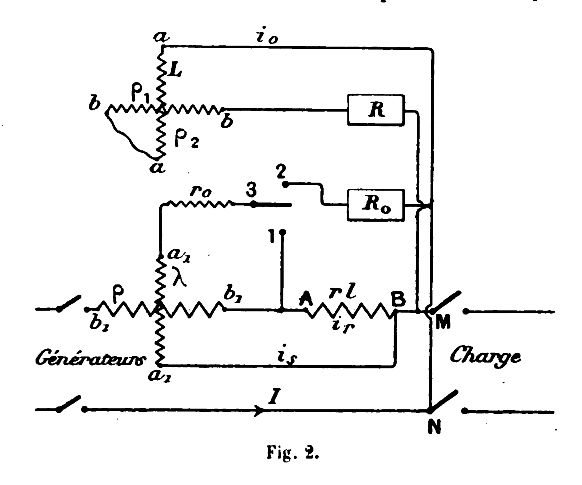


Fig. 2.

deux lectures seulement, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à une source de courant continu.

Soit, en effet, aa et $a_1 a_1$ les bobines mobiles et bb, $b_1 b_1$, les bobines fixes ; soit AB la résistance, dont la grandeur

est r et le coefficient de self-induction l (fig. 2), ρ, λ, $\rho_1\rho_2$ et L les valeurs respectives de résistances ohmiques et de coefficient de self-induction de bobines a_1a_1 et aa, bb.

Soit encore R et R_0 les résistances sans self-induction, dont on peut régler la valeur, pour que l'on ait :

$$\rho + r_0 = R_g \quad \text{et} \quad \rho_1 + \rho_2 + R = R_w,$$

e étant la différence de potentiel entre M et N, on voit sur la figure 2 que la borne 3 peut être réunie à volonté avec les bornes 2 et 1.

Supposons la borne 1 réunie et le système amené à l'état d'équilibre dans une position décalée par rapport à la position normale d'un angle très petit θ. L'équation d'équilibre donne :

$$k_g \cdot \left(1 - \frac{\theta_1^2}{2}\right) \cdot \frac{1}{T}\int_0^T i_0^2 \, . \, dt = k_w \left(1 - \frac{\theta_1^2}{2}\right) \cdot$$
$$\cdot \frac{1}{T}\int_0^T I i_s \, . \, dt \pm (C + \alpha_1\theta_1). \quad (22)$$

Supposons que les coefficients de self-induction l et λ satisfont à l'équation

$$\frac{l}{r} = \frac{\lambda}{\rho + r_0} = \frac{\lambda}{R_g}$$

il vient

$$i_s = \frac{I \, . \, r}{r + R_g},$$

et l'équation (22) devient

$$k_g i_0^2 e_{eff} \cdot \left(1 - \frac{\theta_1^2}{2}\right) = k_w \cdot \frac{r}{r + R_g} \cdot$$
$$\cdot \frac{1}{T}\int_0^T I^2 \, . \, dt \, . \left(1 - \frac{\theta_1^2}{2}\right) \pm (c + \alpha\theta_1)$$

ou

$$k_g i_0^2 e_{eff} \cdot \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) = k_w \cdot \frac{r}{r + R_g} I_{2eff} \cdot$$
$$\cdot \left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) \pm (c + \alpha\theta_1). \quad (23)$$

Cette dernière équation appliquée au cas de rotation dans les deux sens d'un angle θ donne :

$$k_g \frac{e_{eff}^3}{R_w^2 + (L\omega)^2} = \frac{k_w \, . \, r}{r + R_g} \cdot I_{eff}^2$$

ou enfin

$$\frac{e_{eff}}{I_{eff}} = \sqrt{\frac{k_w}{k_g} \cdot \frac{r}{r + R_g} \cdot (R_w^2 + (L\omega)^2)}. \quad (25)$$

Dans le cas de l'emploi de la borne 2 l'équation d'équilibre devient

$$k_g \cdot \frac{1}{T}\int i'^2_0 \, . \, dt \, . \left(1 - \frac{\theta_2^2}{2}\right) = k_w \cdot \frac{1}{T}\int I \, . \, i_s \, . \, dt \, .$$
$$\cdot \left(1 - \frac{\theta_2^2}{2}\right) \pm (c + \alpha\theta_2) \quad (26)$$

ou, en posant $r_0 + R_0 = R'_g$, il vient :

$$k_g \, . \, i'^2_{0 eff} \cdot \left(1 - \frac{\theta_2^2}{2}\right) = k_w I_{eff} \cdot \frac{e_{eff}}{\rho + R'_g} \cdot$$
$$. \cos(\varphi - \varphi') \, . \cos\varphi' \left(1 - \frac{\theta_2^2}{2}\right) \pm (C + \alpha\theta_2) \quad (27)$$

φ étant l'angle de décalage du courant I par rapport à la tension e.

L'angle φ' est donné par l'équation

$$\varphi' = \text{arc tang} \frac{(\lambda\omega)}{\rho + R'_g}.$$

Cette dernière équation, employée dans le cas de rotation dans les deux sens d'un angle θ_2, R_w ayant une valeur moyenne R'_w, on trouve

$$\frac{e_{eff}}{R'^2_w + (L\omega)^2} = \frac{k_w}{k_g} \cdot \frac{\cos(\varphi - \varphi') \cos\varphi'}{\rho + R'_g} I_{eff}$$

ou

$$\frac{e_{eff}}{I_{eff}} = \frac{k_w}{k_g} \cdot \frac{R'^2 + (L\omega)^2}{\rho + R'_g} \cos(\varphi - \varphi') \, . \cos\varphi'. \quad (28)$$

Des équations (25) et (28) on déduit :

$$\frac{k_w}{k_g} \frac{R'^2_w + (L\omega)^2}{\rho + R'_g} \cos(\varphi - \varphi') \, . \cos\varphi =$$
$$= \sqrt{\frac{k_w}{k_g} \cdot \frac{r}{r + R_g} [R_w^2 + (L\omega)^2]}, \quad (29)$$

d'où

$$\cos(\varphi - \varphi') \, . \cos\varphi' = \sqrt{\frac{k_g}{k_w}} \cdot \frac{\varphi + R'_g}{\sqrt{r + R_g}} \cdot$$
$$. \sqrt{r} \cdot \frac{\sqrt{R_w^2 + (L\omega)^2}}{R'^2_w + (L\omega)^2}. \quad (30)$$

En posant

$$\sqrt{\frac{k_g}{k_w}} = A_0$$

et

$$\frac{r}{r + R_g} = n^2$$

on trouve

$$\cos(\varphi - \varphi') \, . \cos\varphi' = A_0 n (\rho + R'_g) \cdot \frac{\sqrt{R_w^2 + (L\omega)^2}}{R'^2_w + (L\omega)^2}.$$

Dans la pratique on se trouve le plus souvent dans le cas de

$$\cos\varphi = A_0 n \cdot \frac{R_w}{R'^2_w} \cdot (\varphi + R'_g)$$

$\cos\varphi$ étant un nombre abstrait qui ne dépend que du rapport R_w, de ρ et de R'_g.

On voit d'après ce qui précède que toutes les quantités fondamentales du courant alternatif peuvent être déterminées au moyen de la méthode proposée, en fonction de la constante de l'appareil, d'un courant continu et de résistances.

Grâce à la facilité d'atteindre une grande sensibilité, le rapport $\frac{R}{L}$ peut devenir aussi grand que l'on veut; les fréquences utilisées le plus généralement dans la pratique ne modifient en rien les indications de l'appareil.

Seule la mesure des courants de haute fréquence nécessiterait l'emploi de formules spéciales d'ailleurs très simples.

C.-D. Koubitzki.

DE LA MESURE DE L'ÉLÉVATION DE TEMPÉRATURE

DES

ENROULEMENTS DES MACHINES

Les divers règlements relatifs aux essais des machines électriques prescrivent pour certains cas, que la mesure de l'élévation de température doit avoir lieu par la méthode de l'augmentation de résistance électrique.

On mesure donc la résistance R_t de l'enroulement après que la machine a eu un repos suffisant pour que toutes ses pièces soient bien à la température ambiante t_1. On procède au relevé de R_t quand la température ambiante t_1 est restée bien stationnaire pendant quelques heures, ou du moins que t_1 n'a varié que de quelques degrés; dans ce cas, on prend pour t_1 la valeur moyenne relevée tous les quarts d'heure pendant les deux heures qui précèdent la mesure de résistance.

Lorsque la machine a atteint sa température maximum, on relève de nouveau la résistance R_2 de la même spire, et on a, si α est le coefficient d'augmentation de résistance, R_0 étant la résistance à 0° et $\theta + t_1$ la température définitive, θ étant en somme la surélévation de température :

$$R_2 = R_0[1 + \alpha(t_1 + \theta)].$$
$$R_t = R_0(1 + \alpha t_1).$$

D'où l'on peut déduire la valeur de θ :

$$\theta = (C - 1)\left(t_1 + \frac{1}{\alpha}\right).$$

Relation dans laquelle C est le rapport $\frac{R_2}{R_t}$ des résistances mesurées (C est donc plus grand que l'unité).

La température atteinte par l'enroulement est $t_1 + \theta$; l'élévation de température est $t_1 + \theta - t_a$, si la température ambiante est t_a lors de l'essai en charge.

Les prescriptions des divers règlements pour l'emploi de cette méthode varient un peu.

Le règlement *américain* (le plus ancien en date) dit que l'on peut admettre un coefficient d'augmentation de résistance de 0,42 pour 100 par degré centigrade d'élévation de température, la température normale de la salle d'essai étant de 25° C, et si la température de la salle pendant l'essai diffère de 25°, l'élévation de température relevée sera corrigée de 0,5 centième par degré centigrade. De sorte que, pour une salle à la température de 35°, l'élévation de température observée doit être diminuée de 5 centièmes, tandis que dans une salle à 15°, l'élévation de température observée doit être augmentée de 5 centièmes.

Le règlement américain prescrit en outre l'essai par résistance pour tous les circuits électriques (excepté pour les cages d'écureuil et les induits en court-circuit).

Le règlement *allemand* dit : A l'exception des bobines inductrices excitées par du courant continu et des enroulements fixes, la surélévation de température de toutes les parties des génératrices et des moteurs sera déterminée au moyen du thermomètre.

L'élévation de température des bobines d'inducteurs à courant continu et de tous les enroulements fixes des génératrices et des moteurs doit être mesurée par l'augmentation de résistance. Dans ce cas, lorsque le coefficient de température du cuivre n'est pas spécialement déterminée, on admettra pour ce coefficient la valeur 0,004.

Le règlement de l'*Association française* prescrit de déterminer l'élévation de température des enroulements autant que possible en employant simultanément les deux méthodes (résistance et thermomètre) et d'admettre la valeur la plus élevée en prenant comme coefficient de température du cuivre 0,004.

Quand la bobine que l'on considère est très épaisse, la mesure par résistance donne généralement des élévations de température dépassant de beaucoup les indications du thermomètre. En outre même, ainsi que l'ont montré des essais, la température maximum de certaines parties intérieures de l'enroulement dépasse de 10 à 20 pour 100 la température moyenne (mesurée par résistance). Pour les bobines de faible épaisseur, enroulées sur des parties de tôles dans lesquelles il se produit des pertes par hystérésis et courants de Foucault, il arrive parfois que les indications du thermomètre sont légèrement plus élevées que celles déduites de la mesure des résistances.

En résumé, on peut avoir à appliquer un coefficient d'augmentation de résistance variant entre certaines limites, en pratique entre 0,38 et 0,42 pour 100. Il est intéressant de rechercher quels écarts de température donnent ces divers coefficients. On a :

$$\theta = (C - 1)\left(t_1 + \frac{1}{\alpha}\right),$$

t_1 et t_a, les températures des salles d'essai, sont en moyenne de 30° C, de sorte que l'on a pour la surélévation de température :

$$\alpha = 0{,}0038 \qquad \theta = 293\,(C - 1)$$
$$\alpha = 0{,}0040 \qquad \theta = 280\,(C - 1)$$
$$\alpha = 0{,}0042 \qquad \theta = 268\,(C - 1)$$

L'erreur relative maximum en centièmes est :

$$100 \cdot \frac{293 - 268}{268} = 9{,}3.$$

En admettant une valeur moyenne de 0,004, les erreurs relatives les plus grandes sont de 5,2 centièmes en plus et de 4,8 centièmes en moins.

Comme en moyenne, les élévations de température sont de 50°, l'erreur maximum que l'on peut commettre est de 2°,6, absolument négligeable, vis-à-vis de la différence entre la température maximum et la température moyenne mesurée.

Pour bien faire ressortir les différences entre le règle-

ment américain et celui des propriétaires d'appareils à vapeur, on peut prendre un cas de la pratique; on a par exemple : $t_1 = 33°$.

$$C = \frac{R_2}{R_1} = 1,18.$$

En appliquant le règlement américain, si t_1 égale également 33°, on a :

$$\theta = 0,18 \,.\, 268 = 48°,24.$$

Comme t_1 dépasse 25° ($t_1 - 25 = 8°$), il faut diminuer ce chiffre de $8 \,.\, 0,5 = 4$ pour 100 ou de 1°,93, de sorte que l'élévation de température est de 46°,31.

En appliquant le règlement de la Société des propriétaires d'appareils à vapeur, on aurait :

$$\theta = 280 \,.\, 0,16 = 50°,40.$$

Soit une différence de 2°,16 C absolument négligeable, de sorte qu'en pratique on peut toujours adopter pour α, la valeur 0,004 et alors la relation permettant de calculer θ est :

$$\theta = (C - 1)(t_1 + 250).$$

F. LOPPÉ.

APPLICATION DE L'ÉLECTRO-TAMPONNAGE

A UNE DISTRIBUTION PAR COURANTS TRIPHASÉS

DE LA FABRIQUE DE POTASSE

DE CARLSFUND A GROSS-RHUNDEN [1]

L'industrie de la potasse en Allemagne a pris ces dernières années un développement inattendu. Les mines installées par les fabriques, ainsi que celles-ci, emploient l'énergie électrique, non seulement pour l'éclairage mais bien encore pour le transport de l'énergie. Les stations centrales érigées pour cette industrie dépassent souvent en importance celles de beaucoup de grandes villes et sont même parfois installées par trop luxueusement.

Lors de l'étude de ces installations, il faut tenir compte du fait que la demande d'électricité varie beaucoup, suivant les saisons et les heures, car l'exploitation se traîne lentement pendant l'une des moitiés de l'année, tandis que, pendant l'autre moitié, elle est très active. La puissance de la station centrale doit naturellement répondre à la consommation maximum, et l'on doit encore avoir une certaine réserve. A peu près toutes les centrales des fabriques de potasse répondent à ces conditions. Une autre condition est que, même pendant la durée du travail réduit, la station fonctionne encore économiquement. Beaucoup de fabriques ont tenu compte de cette condition, en ajoutant au groupe principal de machines un second groupe plus faible; un autre moyen est l'emploi d'une batterie d'accumulateurs-tampon. Comme l'emploi d'une batterie est encore peu connu, pour le cas de courants triphasés, la description de l'installation de Carlsfund est intéressante.

Cette installation dessert plusieurs puits de mines, en dehors de la fabrique, et fournit l'énergie nécessaire à l'éclairage de cette dernière et à plusieurs habitations voisines.

Il n'y a pas de moteur à vapeur spécial actionnant les génératrices. Il y a trois alternateurs donnant respectivement 100, 50 et 35 kw avec un facteur de puissance égal à 1; le dernier était à l'origine actionné par l'intermédiaire de la transmission principale. L'alternateur de 100 kw est installé dans le bâtiment des machines de la fabrique de chlorure de potassium. Celui de 50 kw est installée dans une autre usine, construite pendant le percement d'une fosse de mine. Les deux centrales sont réunies par un câble souterrain, ce qui permet de desservir le réseau soit au moyen de l'une ou de l'autre génératrice. Le courant triphasé, à la tension de 1000 v, actionne directement les moteurs puissants, tandis que le courant des petits moteurs et celui nécessaire à l'éclairage proviennent de transformateurs à 110 v (un transformateur desservant soit des moteurs, soit l'éclairage). On a employé pour l'éclairage du courant alternatif, en premier lieu à cause de la simplicité de l'installation, et en second lieu parce que l'on a constaté que dans les fabriques de potasse, les poussières des chlorures attaquent plus rapidement les canalisations à courant continu que celles à courant alternatif, ce dernier genre de courant ne provoquant pas d'action électrolytique.

Après de nombreuses expériences faites principalement en hiver, on put établir que la puissance maximum nécessaire atteignait 100 kw, tandis que la puissance moyenne ne dépassait pas 30 kw. D'après cela, la génératrice de 50 kw aurait donc suffi en dehors des heures de charge maximum.

Des circonstances particulières et le fait que l'extraction a lieu de six heures du matin à deux heures de l'après-midi, et occasionne naturellement des variations brusques de la charge pouvant atteindre 30 kw, avaient amené à utiliser généralement la dynamo de 100 kw. Ce n'est qu'à certains moments que la dynamo de 50 kw pourrait assurer le service. Quant à celle de 35 kw, ce n'est qu'aux heures où le réseau est le moins chargé qu'elle pouvait être utilisée.

Même pendant que l'on utilisait la dynamo de 100 kw, le service n'était pas absolument régulier, car les variations brusques de charge entraînaient des variations de tension ayant une certaine action sur la régularité de l'éclairage.

Pour tenir compte de ces faits, et réaliser une exploitation économique et régulière, on décida l'emploi d'une batterie d'accumulateurs-tampon chargée au moyen d'un

---

[1] Analyse d'une Note de M. H. HENKE. *Elektrotechnische Zeitschrift* du 8 novembre 1906.

groupe moteur-générateur (et devenant générateur-moteur dans le cas de la décharge). D'après le projet, la batterie devait avoir 50 éléments, et une capacité telle qu'elle puisse desservir le réseau pendant trois heures au moins, en courant triphasé pour une puissance de 30 à 35 kw. On imposa les conditions suivantes pour le groupe moteur dynamo de charge ou décharge :

1° Du côté alternatif la puissance doit atteindre 35 kw.

2° Le côté continu doit être construit de manière à pouvoir fournir au côté alternatif une puissance de 35 kw (avec facteur de puissance égal à 1), et cela indépendamment de la tension de la batterie, sans que l'on ait à régler l'excitation et sans que l'on doive toucher aux balais pour éviter les étincelles.

3° Le côté continu doit pouvoir servir à la charge de la batterie, c'est-à-dire fournir du courant de 220 à 320 v de tension pour une vitesse angulaire de 750 t:m.

4° La dynamo alternative du groupe doit pouvoir facilement être couplée en parallèle avec une dynamo de 100 kw.

5° Le groupe moteur dynamo doit servir de tampon pour le réseau, c'est-à-dire amortir les chocs et assurer une marche régulière de la machine génératrice.

Il était entendu que cette augmentation d'installation devait produire :

a. Une plus grande sécurité d'exploitation.

b. Une diminution de la durée de fonctionnement des machines à vapeur.

c. Une réduction des frais d'exploitation.

L'administration de la fabrique soumit ce projet à la Société Siemens-Schuckert, qui accepta d'organiser la nouvelle installation et en garantit le bon fonctionnement.

Si la condition d'un fonctionnement parfait de la batterie-tampon n'avait pas été imposée, il aurait suffi de coupler l'alternateur de 35 kw avec une dynamo shunt ordinaire, et l'on aurait pu utiliser la batterie-tampon.

En premier lieu on installa provisoirement ce dispositif de sorte que la batterie put être utilisée pendant le temps que l'on mit à construire le générateur à courant continu spécial.

L'alternateur de 35 kw fut donc couplé avec une dynamo shunt à courant continu; la batterie d'accumulateurs mise en parallèle avec cette dynamo a été fournie par la Compagnie générale d'accumulateurs (Tudor allemande) et a une capacité de 648 A-h, pour une décharge en trois heures.

Cette installation mise en marche au commencement de 1905, fonctionnait de la manière suivante :

Quand la demande d'énergie électrique dans le réseau était faible, l'alternateur de 35 kw recevait du courant du réseau, tournait comme moteur et entraînait la génératrice à courant continu qui chargeait la batterie. Lorsque la station centrale était au repos, la batterie se déchargeait dans la machine à courant continu, qui, actionnant l'alternateur de 35 kw, fournissait du courant triphasé au réseau général.

L'installation fonctionna ainsi jusqu'au mois d'octobre 1905 et influa sur l'exploitation d'une manière avantageuse.

Nous avons publié dans *L'Industrie électrique*, les divers modes d'installation d'une batterie-tampon pour courants triphasés d'après une conférence de M. Schröder. Dans l'installation de Carlsfund on a évité l'emploi de relais et d'appareils trop délicats.

La figure 1 donne le schéma de cette installation. Dans le réseau alimenté par l'alternateur A est installé en

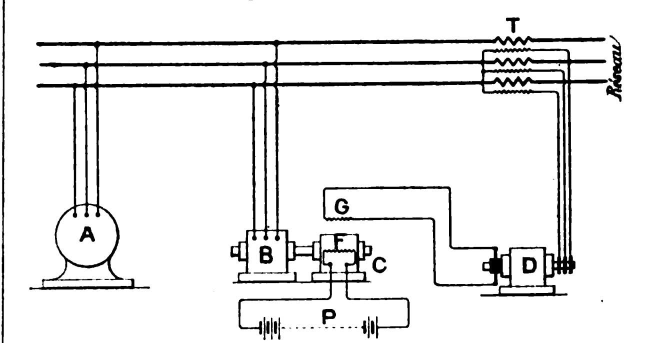


Fig. 1. — Montage de la batterie-tampon.

série un transformateur T, desservant une commutatrice D. Le courant redressé fourni par D est proportionnel à la charge du réseau (car T y est branché en série), et excite la dynamo-shunt C en sens inverse de son excitation en dérivation. C fait partie du groupe moteur générateur, de sorte que, si la charge dans le réseau général augmente, la tension de C baisse, et par suite la batterie fait tourner cette dynamo comme moteur, tandis que quand la charge du réseau diminue, la tension de la dynamo C est telle qu'elle peut charger la batterie.

La transformation définitive de l'installation se fit de la manière suivante.

La machine shunt couplée à l'alternateur de 35 kw fut remplacée par une dynamo à courant continu à pôles auxiliaires de Siemens-Schuckert à tension de 220 à 300 v, et de 159 à 116 A, tournant à la vitesse de 750 t:m. Les pièces polaires principales de cette dynamo sont munies de deux enroulements, l'un branché aux bornes de la batterie, l'autre au côté continu de la commutatrice. Les pôles auxiliaires sont excités par une dérivation du courant de charge ou de décharge de la batterie, et un rhéostat placé en parallèle permet de faire varier l'intensité de ce courant d'excitation, de sorte que l'influence des pôles auxiliaires peut être réglée.

L'emploi de pôles auxiliaires permet un fonctionnement sans étincelles à la charge et à la décharge, dont les inversions sont fréquentes.

La commutatrice auxiliaire a une couronne polaire pouvant être déplacée d'un certain angle autour de l'axe. Son courant d'excitation est également emprunté à la batterie. A la fréquence 50, et à une vitesse angulaire de 750 t:m correspondent 4 paires de pôles. Cette commutatrice est en relation avec le réseau de distribution triphasé par l'intermédiaire du transformateur-série. Celui-ci

est constitué par 3 transformateurs à courant alternatif simple dont les bobines primaires sont respectivement parcourues par le courant total du réseau. Les enroulements secondaires sont montés en étoile et les conducteurs les reliant à la commutatrice aboutissent à un interrupteur tripolaire permettant de les mettre en court-circuit; de l'interrupteur les conducteurs vont aux bagues de la commutatrice. La tension secondaire est de 20 v. Afin de pouvoir avoir un rapport de transformation correspondant bien aux circonstances, les enroulements primaires sont subdivisés en plusieurs parties, de sorte que l'on peut faire varier la tension secondaire entre 14,5 et 29 v.

La dynamo de charge ou décharge et le moteur synchrone de 35 kw sont montés sur un arbre commun, auquel la commutatrice est reliée par l'intermédiaire d'un manchon d'accouplement. Cette dernière est disposée d'une façon particulière. Dans les commutatrices synchrones ordinaires, le champ tournant est dirigé entre deux pôles, tandis que le champ des pôles est dirigé suivant ces pôles, de sorte que ces deux champs n'ont pas une grande influence l'un sur l'autre; dans la commutatrice employée, au contraire, en déplaçant la couronne polaire on arrive à amener le champ dû au courant triphasé dans la direction du champ polaire, de manière que ces deux champs soient en opposition.

La machine tend à quitter cette position, mais le moteur synchrone de 35 kw avec lequel elle est couplée s'y oppose. La tension du côté continu de la transformatrice ne dépend plus alors seulement du champ polaire seul, mais bien de la différence des deux champs. Comme les pôles ont une excitation que l'on peut considérer comme constante, puisqu'elle provient de la batterie, la tension continue dépend de l'intensité du courant triphasé, c'est-à-dire de la charge du réseau, et, par suite, le courant traversant la bobine d'excitation auxiliaire de la dynamo de charge est directement proportionnel à cette charge du réseau. La tension du côté continu de la commutatrice, due à l'excitation continue seule, renforce le champ de la dynamo de charge, tandis que la tension due au courant triphasé seul diminue ce champ.

Si le courant du réseau est normal, l'influence de chacun des deux champs de la commutatrice s'annule; la tension du côté continu est nulle, et le courant dans la bobine d'excitation auxiliaire de la dynamo de charge est nul. Dans ce cas, la machine de charge se comporte comme si elle n'avait pas d'enroulement auxiliaire; elle peut donc, suivant le courant qui traverse l'enroulement auxiliaire, charger la batterie, fonctionner à vide, ou fonctionner comme moteur.

Si le courant du réseau a une intensité plus grande que la valeur normale, le champ triphasé de la commutatrice l'emporte. La commutatrice envoie à l'enroulement auxiliaire de la dynamo de charge, du courant qui agit de manière à affaiblir le champ dû à l'enroulement d'excitation (de la batterie).

Si le courant du réseau diminue, l'effet inverse se produit, le magnétisme de la dynamo de charge est renforcé, et la charge de la batterie se produit.

En service, le réglage de l'action de la commutatrice s'exécute non en déplaçant la couronne polaire de cette commutatrice ou ses balais, mais bien seulement en agissant sur les résistances de réglage de la machine de charge et de cette commutatrice. On doit en premier lieu se souvenir que l'interrupteur mettant en court-circuit les enroulements secondaires du transformateur série ne doit être ouvert qu'après la mise en parallèle de l'alternateur principal et du groupe de charge et décharge. Lorsque cette mise en parallèle est effectuée, l'interrupteur est ouvert, de sorte que la commutatrice est mise en communication avec le courant triphasé. Au moment de l'ouverture de cet interrupteur, la dynamo de charge ne doit ni charger ni décharger la batterie, afin que l'on puisse régler la commutatrice pour la charge moyenne qui est variable.

Dans le circuit d'excitation auxiliaire, desservi par le côté continu de la commutatrice, est intercalé un ampèremètre de 50 A avec son zéro au milieu; d'après les indications de cet instrument, on règle le courant d'excitation (emprunté à la batterie) de la commutatrice. Quand il y a charge de la batterie, ce que montre l'ampèremètre, on diminue l'excitation de la commutatrice; quand l'ampèremètre indique au contraire une intensité inverse, on augmente l'excitation, de manière à ramener l'ampèremètre au zéro. On peut ainsi régler la commutatrice pour n'importe quelle charge moyenne. Dans le cas où l'on ne veut plus utiliser le tamponnage, on doit amener l'ampèremètre sur l'indication 0 (ou attendre qu'il y vienne), et à ce moment on ferme l'interrupteur du court-circuit, le tamponnage cesse ainsi sans à-coup.

La mise en marche définitive de l'installation complète eut lieu le 26 novembre 1905, en présence de plusieurs ingénieurs de la Fabrique générale d'accumulateurs et de la maison Siemens-Schuckert. On disposa un wattmètre enregistreur dans le circuit de l'alternateur de 100 kw, en avant des barres générales, un voltmètre enregistreur entre ces barres, ainsi qu'un ampèremètre enregistreur dans le circuit de charge et de décharge.

La conclusion du procès-verbal de réception est la suivante :

La mise en parallèle est simple et facile. La machine auxiliaire de charge peut être chargée jusqu'à 250 A et 240 v, et la commutation a lieu sans étincelles. La commutatrice travaille également sans étincelles. L'action de tamponnage est complète et peut être réglée entre les plus grandes limites. Les variations de tension sont réduites à des limites pratiques par l'emploi du système de tamponnage.

Les diagrammes montrent bien l'action régulatrice. Celui de la figure 2 a été relevé en mai 1904, avant que la batterie soit installée, et montre les variations de la charge qui sont égales à celle de la dynamo génératrice. Les diagrammes des figures 3, 4, 5 et 6 ont été

relevés lors de la réception ; ils montrent bien l'influence du tamponnage.

Depuis le montage, l'installation a fonctionné d'une manière irréprochable, les nouvelles installations ayant encore augmenté la sûreté de fonctionnement. Les machinistes se sont mis rapidement au courant du nouveau

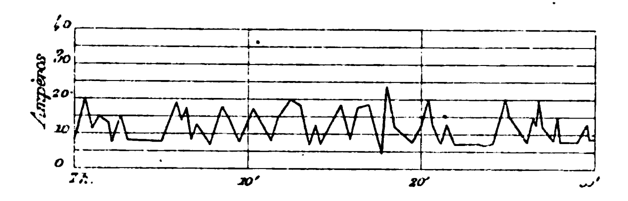


Fig. 2. — Variation de la charge sans tamponnage.
(Charge de la dynamo génératrice = charge du réseau.)

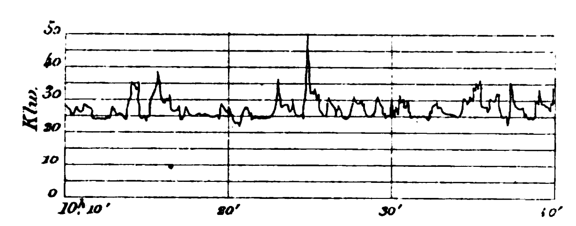


Fig. 3. — Charge du réseau = charge dynamo génératrice + charge de la dynamo-tampon.

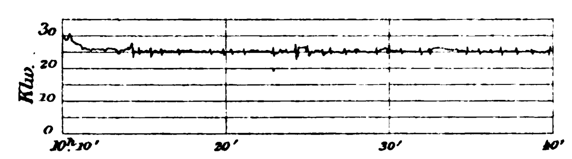


Fig. 4. — Charge de la dynamo génératrice.

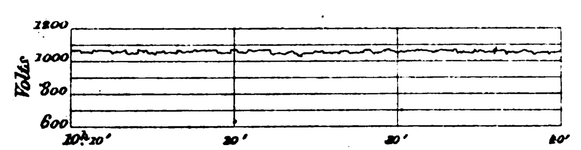


Fig. 5. — Tension aux bornes de la distribution.

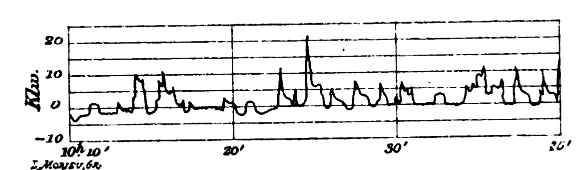


Fig. 6. — Charge de la dynamo-tampon.

service ; l'installation peut fonctionner sans exiger une surveillance continue.

L'exploitation est devenue également plus économique depuis l'installation de la batterie-tampon. En 1904, les dynamos génératrices ont travaillé 8754 heures et par contre, en 1905, seulement 6503 heures. Cela correspond à une diminution de 2251 heures pour la durée de fonctionnement, quoique la production ait augmenté de 30 669 kw-h, et que la charge moyenne de la dynamo génératrice ait passé de 26 à 36 kw. La centrale a été donc chargée en 1905 en moyenne de 36 kw et cela pendant une durée moyenne de 18 heures par jour, tandis qu'auparavant la charge moyenne était de 26 kw pendant 24 heures. La réduction de 25 pour 100 sur la durée du service et la charge plus favorable de la dynamo génératrice de 100 kw ont provoqué une diminution des frais d'exploitation de 0,025 fr par kw-h utile fourni au réseau. On ne doit pas négliger non plus que les dépenses pour le renouvellement des lampes à incandescence ont diminué de moitié, ce qui est certainement dû à ce que la tension du réseau a été maintenue plus constante. Il faut en outre considérer que l'exploitation de 1905 n'est pas normale, qu'elle a été gênée par les travaux d'installation et qu'en janvier, en octobre et en novembre, on n'a pas pu utiliser la batterie-tampon. Les résultats de l'exploitation de 1906 semblent devoir être très favorables. F. L.

PROGRÈS DES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES

(SUITE [1].)

PLOMB

Nous avons à enregistrer pour la première fois une tentative sérieuse de traitement électrothermique des minerais de plomb ; c'est celle qui a trait aux travaux de M. Betts, dont nous avons déjà rapporté dans notre précédente étude la solution heureuse que constitue sa méthode électrolytique de raffinage et désargentation des plombs d'œuvre.

Malheureusement, le procédé se heurte à une métallurgie existante déjà très perfectionnée, très économique et qui, de plus, vient de s'enrichir d'une méthode qui constitue à elle seule un progrès considérable : je veux parler du procédé Huntington-Heberlein, dit de grillage à la chaux, qui s'est répandu dans les usines du monde entier, soit sous son vocable originel, soit avec des variantes diverses comme dans les procédés Bradford-Carmichael et de Savelsberg.

La mise au point de ce procédé, dont le succès est si complet aujourd'hui, a pourtant été longue et pénible ; les auteurs eux-mêmes en publient la genèse dans l'*Engineering and Mining Journal*, de New-York (1906, 1er sem., p. 1005). Les premiers essais eurent lieu à Pertusola (Italie) où, de 1875 à 1889, des sommes considérables furent sacrifiées ; c'est en 1898 seulement que l'application de la méthode fut généralisée à Pertusola, d'où elle se répandit en 1900 en Allemagne, puis de là dans le monde entier. Disons quelques mots de la technique de ce mode de travail, qui constitue le dernier mot de la technique de la métallurgie moderne du plomb.

Le minerai sulfuré (galène), mélangé à une proportion

(1) Voy. *L'Industrie électrique* (1906), n° 347, p. 251 ; n° 348, p. 285 ; n° 350, p. 334 ; n° 352, p. 379 ; n° 353, p. 406 ; n° 354, p. 432 ; n° 355, p. 451.



déterminée de calcaire et fondant silicieux, est chargé au four à cuve; de l'air est ensuite soufflé sous basse pression. La chaux réagit alors sur le soufre de la galène qui se trouve ainsi désulfurée; les réactions qui prennent naissance sont accompagnées d'un grand dégagement de chaleur, la masse est portée au rouge, et en 15 à 16 heures, la désulfuration est complète. La fonte en four water-jacket du produit ainsi grillé est considérablement accélérée, ce qui augmente la capacité de production ordinaire du four; la consommation de coke est abaissée; il suffit d'une moindre pression de vent, donc moins de puissance dépensée; enfin les pertes en argent et en plomb dans les fumées du four sont considérablement amoindries. On voit combien par là est grand le perfectionnement apporté, et nous n'y avons insisté que pour constater la faible chance de succès que peut présenter dans ces conditions la méthode électrothermique.

Revenons à celle-ci. M. Anson Betts et son collaborateur Valentine ont cherché à réduire électriquement le sulfure de plomb; leurs essais ont démontré que l'électrolyse du sulfure de plomb fondu s'effectuait mal; bien que bon conducteur du courant, un bain de galène fondue ne semble pas se comporter comme un électrolyte. S'inspirant alors de l'électro-métallurgie de l'aluminium, ils ont recherché un dissolvant du sulfure, et ont trouvé que le chlorure de plomb fondu convenait parfaitement dans ce but. Passant à des essais pratiques, les auteurs ont étudié les moyens de traiter les minerais de plomb naturels, et ont proposé dans leur mémoire à l'*American Electrochemical Society* une méthode mixte qui consiste à transformer préalablement le minerai en une matte de concentration (essentiellement constituée par des sulfures de plomb et de fer) par passage dans un four à cuve qui scorifie la gangue — puis à électrolyser la matte ajoutée sous forme liquide à l'électrolyte. L'appareil étudié par Betts absorberait 50 000 ampères sous 1,25 volt, soit 62,5 kw, et permettrait de produire 5 tonnes de plomb métallique par 24 heures.

Quoi qu'il en soit de ce procédé très simple, pour lequel les auteurs revendiquent la récupération du soufre contenu dans le minerai et l'absence de pertes en plomb et en argent, nous hésitons fort à le considérer comme applicable en dehors des cas particuliers, pour les raisons données plus haut.

NICKEL

Nous avons déjà insisté sur l'intérêt que présenterait, au point de vue industriel, l'abaissement du prix de revient du nickel. A l'heure actuelle, le kilogramme de nickel se vend 4 fr et possède un prix de revient de 3 fr; or, sur ce chiffre, près de la moitié, soit 1,25 fr environ, est dû au fret, assurances et autres coûts accessoires du transport d'Océanie en Europe. On voit l'intérêt considérable que présente le traitement sur place du minerai brut; au lieu de transporter une masse dont le quinzième ou le vingtième seulement constitue la matière utile, il sera préférable de transporter une matte concentrée ou du métal brut. On a bien tenté à plusieurs reprises des essais de ce genre en Nouvelle-Calédonie, mais la rareté du combustible et aussi, il faut le dire, certaines rivalités les ont toujours fait échouer; à l'heure actuelle, les expériences heureuses effectuées en France pour le traitement de la garniérite ont fort avancé la question, et la Société *Le Nickel*, qui s'est assuré une sorte de monopole de l'extraction de ce métal en Nouvelle-Calédonie, s'occupe très activement de l'établissement d'une usine hydraulico-électrique dans notre colonie et de l'érection d'un four électrique à nickel.

Le principal débouché du nickel réside dans la fabrication des aciers : aciers ternaires (ou aciers au nickel ordinaires), et aciers quaternaires (ou aciers chrome-nickel, dont il est fait une consommation considérable dans la construction automobile). A ce point de vue, le nickel calédonien est légèrement désavantagé par rapport au nickel canadien qui, se trouvant dans la pyrrhotite (sulfure de fer) peut être transformé presque directement en acier-nickel.

Alors que pour la garniérite (hydrosilicate de nickel et de magnésie), il faut avoir recours à l'addition de produits ferrifères et de fondants spéciaux pour obtenir un lit de fusion de composition convenable, par réduction de la pyrrhotite grillée on obtient directement une fonte de nickel donnant par affinage un excellent acier-nickel. Sjöstedt le premier, dès 1902, avait fait des expériences fort intéressantes dans ce sens, mais ces essais avaient été suspendus pour cause financière. Héroult, appelé à Sault-Sainte-Marie par le gouvernement canadien, pour procéder, comme nous l'avons relaté, à des essais de réduction au four électrique des magnétites canadiennes, a repris la question et a obtenu des résultats remarquables. Dans le Rapport officiel édité par M. le superintendant Hanneel sur les expériences effectuées, nous relevons les résultats suivants relatifs au traitement de la pyrrhotite grillée :

Matières premières employées : pyrrhotite à 40 pour 100 de fer, 2,25 pour 100 de nickel, et 1,56 pour 100 de soufre. — Charbon de bois provenant de la calcination de la tourbe, 56 pour 100 de carbone, 14 pour 100 d'humidité, forte teneur en cendres. — Calcaire pour fondant.

Le lit de fusion était constitué par des charges de 180 kg de pyrrhotite, 50 kg de charbon de bois et 25 kg de castine; on obtenait dans ces conditions, avec le four d'essai consommant 5000 ampères sous 36 volts, avec un facteur de puissance de 0,92, la tonne de fonte pour une consommation de 0,29 kw-an.

Cette fonte avait la composition suivante : carbone, 3,25 pour 100; nickel, 3,70 pour 100; silicium, 4,90 pour 100. Si l'on tient compte que, par l'affinage convenablement mené d'un tel produit, on peut obtenir directement un acier au nickel marchand, et par suite éviter la série d'opérations intermédiaires qui consistent à fabriquer du nickel métallique pour l'incorporer

ensuite à l'acier, on conçoit que l'on soit à la veille d'une nouvelle application du four électrique, grosse pour l'avenir de toute la métallurgie et la construction mécanique.

Nous en avons fini cette fois avec la première branche de l'électrométallurgie, celle qui emprunte essentiellement à l'électricité ses propriétés calorifiques. Si cette revue a été particulièrement longue, c'est qu'elle avait à rendre compte de progrès récents considérables qui sont, les uns, le fait accompli, comme pour l'aluminium et l'acier électrique, les autres, les progrès réalisables demain, comme pour le zinc et le nickel.

La revue des applications industrielles de la méthode électrolytique humide sera beaucoup plus courte ; à part le cuivre en effet, dont la production tout entière sera bientôt raffinée électrolytiquement, et la précipitation électrique de l'or de ses solutions de cyanure qui fait de rapides progrès, on ne compte guère que de timides entreprises pratiques, à peu près négligeables par la valeur économique de leur production,

(*A suivre.*) J. IZART.

ESSAIS DE CONSOMMATION

D'UNE

TURBINE A VAPEUR DU TYPE ZŒLLY

Le service électrique de la *Société industrielle de Mulhouse* a fait, en 1906, en collaboration avec son service d'appareils à vapeur un essai de turbine Zœlly dont les résultats sont intéressants, eu égard à leur exactitude et à leur indépendance.

Cette turbine, que nous avons décrite précédemment, est une turbine multicellulaire à action, composée d'un certain nombre de disques mobiles dans des cellules et portant à la périphérie des aubes sur lesquelles la vapeur agit par son énergie cinétique. Les cloisons des différentes cellules sont munies à la périphérie d'aubes directrices par lesquelles la vapeur pénètre d'une cellule dans la suivante en se détendant d'une certaine quantité.

La turbine essayée, qui est installée à la station centrale de Mulhouse, était de 1500 kw à 1500 t:m ; elle devait être alimentée par de la vapeur à 12 kg:cm² de pression à la température de 300°C. Construite par la *Société alsacienne de Constructions mécaniques* de Mulhouse, concessionnaire de la maison Escher, Wyss et Cie, de Zurich, elle était accouplée à un alternateur triphasé à 6300 volts, sortant des ateliers Siemens-Schuckert de Charlottenbourg.

Étant donné la puissance considérable à absorber et la tension élevée, on a préféré ne pas construire de résistances d'absorption spéciales et faire l'essai avec la charge du réseau de la station centrale, d'autant plus que la turbine étant pourvue d'un condenseur à surface, on pouvait mesurer très exactement l'eau de condensation et restreindre la durée des essais à environ une heure.

Les résultats des essais sont consignés dans le tableau ci-dessous.

ESSAI DE CONSOMMATION DE VAPEUR D'UNE TURBINE A VAPEUR DE 1500 KW A 1500 TOURS PAR MINUTE, DU TYPE ZŒLLY

ÉLÉMENTS DE L'ESSAI	A.	B.	C.	D.	E. marche à vide.
Durée de l'essai, en min.	55,5	42,5	56,0	83,0	55,0
Puissance brute débitée, en kw	390,2	351,2	1269,0	1628,5	18,0
Puissance absorbée pour la condensation, en kw	18	19	19	19	18
Puissance nette, en kw	372,2	332,2	1250,0	1609,5	0
Fraction de la charge normale de la turbine, en centièmes	24,7	35,4	83,3	107,3	0
Variations maxima de la charge en cours d'essai, en centièmes de la moyenne	+17,6 −13,1	+29,5 −42,5	+ 4,7 − 3,3	+ 3,3 − 3,8	» »
Facteur de puissance, cos φ	0,955	0,9775	0,887	0,91	»
Vitesse angulaire, en tours par minute	1492	1498	1498	1485	»
Pression avant la valve de réglage, en kg:cm²	11,42	10,76	11,56	11,24	11,51
Température de la vapeur, en degrés C.	252,5	256,3	245,8	262,2	253,2
Surchauffe, en degrés C.	64,1	50,3	55,5	74,4	50,1
Pression relative au condenseur, en centièmes de la pression barométrique	95,0	94,6	94,0	95,0	95,0
Consommation totale de vapeur, en kg:heure	3922	3415	10524	12812	912
Consommation ergétique de vapeur, en kg:kw-h de charge utile	10,537	10,251	8,419	7,960	»
Consommation thermique, en calories par kw-h de charge utile	7124	7131	5895	5652	»

A. Z.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

La précipitation électrolytique de l'or des solutions de cyanure. — On a récemment publié les résultats de quelques essais très importants sur l'extraction et le raffinage de l'or. Le procédé au cyanure est employé depuis plus de 15 ans, au point que, jusqu'à présent, un tiers de la production d'or du monde entier est obtenu par ce procédé, au moyen duquel l'or est retiré de sa solution, soit par la précipitation sur le zinc soit par l'électrolyse. Pour la précipitation électrolytique, des rubans de feuille de plomb sont disposés parallèlement et sont employés comme cathodes, tandis que des lames de fer forment les anodes.

La force électromotrice nécessaire aux bornes des cuves

est de 2 à 3 volts et la meilleure densité du courant est à peu près de 0,5 ampère par mètre carré; l'or est déposé sous forme adhérente sur les cathodes. Au bout d'un certain temps, de l'oxyde de fer et du bleu de Prusse se forment, et tous les deux altèrent l'électrolyte; aussi, pour cette raison, Andreoli a recommandé des anodes de plomb peroxydé, mais cette couche de peroxyde de plomb n'est pas suffisante pour empêcher la formation de cyanure de plomb, de sorte que le procédé n'a pas réussi. Malgré le grand emploi du procédé de la précipitation électrolytique, on ne peut obtenir beaucoup de renseignements sur les détails de cette méthode. Les chiffres donnés sur le rendement diffèrent considérablement, et l'auteur a fait des essais pour voir ce qu'il en était de cette diversité de résultats. On peut les résumer de la façon suivante : En commençant une électrolyse avec un courant à densité constante, le rendement monte graduellement jusqu'à un maximum, puis il décroît d'une façon régulière. Ainsi, lorsque la densité du courant est de 0,5 ampère pour 100 m², la teneur de l'or de 10 g par 100 m³, et le cyanure 0,5 pour 100; le maximum est atteint après cinq heures de marche, et le rendement s'élève à 3,81 pour 100. Lorsque la densité de courant augmente, ce maximum diminue, et réciproquement. Ainsi, avec un courant d'une densité de 0,25 ampère par m², le maximum de rendement atteint 7,56 pour 100, tandis qu'avec une densité de courant de 4 ampères par m², il est descendu à 0,24 pour 100. De plus, comme l'or contenu diminue, le rendement diminue aussi; de même, les dépôts adhérents ne sont obtenus qu'avec une faible densité de courant. On a proposé d'autres cathodes que le plomb. Par exemple, en certains cas, l'étain marche très bien. On ne peut pas employer le mercure, car il en faut un trop grand volume pour obtenir la surface nécessaire. Cependant on peut employer le charbon avec succès, et ce dernier est essentiel pour le raffinage de l'or par des moyens électrolytiques.

Les meilleurs résultats ont été obtenus dans les conditions suivantes : L'électrolyte contient 0,3 pour 100 de chlorure d'or et 3 pour 100 d'acide chlorhydrique. La densité du courant est de 140 ampères par mètre carré, et la force électromotrice 0,2 à 0,4 volt. L'anode est en charbon, et la cathode en or pur. Après avoir marché une heure, le rendement atteint 98 pour 100.

Les autobus et la police. — On avait craint que les tramways électriques de Londres ne fussent remplacés par les omnibus automobiles, à cause de la difficulté qu'il y a d'obtenir les autorisations pour faire des lignes de tramways dans les rues principales de Londres; mais les décisions récemment rendues par la police sur la question des autobus ont montré que le tramway a beaucoup moins de difficultés à surmonter que l'omnibus à moteur.

Les fabricants d'autobus et les Sociétés anonymes qui s'en servent disent que les fonctionnaires du Scotland Yard, c'est-à-dire la police, qui agissent conformément aux règlements faits par le chef de la police métropolitaine, les ont littéralement surpris. Il y a plusieurs mois la police a envoyé une lettre circulaire aux entrepreneurs des omnibus à moteurs, par laquelle on leur a conseillé de soumettre à l'administration les spécifications de leurs nouvelles voitures, avant de passer les commandes aux fabricants.

Sans aucun désir d'empêcher le développement d'une jeune industrie, le chef de la police a accordé les autorisations il y a un an, aux omnibus qui certainement faisaient trop de bruit; mais en même temps, il a averti les fabricants qu'il demanderait une diminution considérable du bruit au bout d'un an, parce que les ingénieurs auraient eu assez de temps pour apporter des perfectionnements. Cette décision fut présentée aux personnes intéressées en termes absolument évidents.

Mais maintenant les propriétaires sont très ennuyés, parce que la police a dit qu'il faut que les omnibus qui demandent un renouvellement de leurs concessions soient sujets aux mêmes essais, quant au bruit, que les nouveaux. Un représentant des Compagnies dit que si la police tient la main à ce règlement, plus d'un tiers des omnibus à moteur maintenant en exploitation ne peuvent s'accorder avec les règlements, et que beaucoup d'autres nécessiteront une dépense de 2500 à 5000 fr pour les rendre utilisables dans ces conditions.

La traction électrique sur le chemin de fer métropolitain. — Lorsque la traction électrique fut inaugurée sur le chemin de fer métropolitain, la Société se trouva en possession de 9 trains, chacun comprenant 7 wagons, construits d'après les modèles de 1900, et qui, ayant été étudiés pour la traction à vapeur, étaient devenus maintenant pratiquement inutiles.

On a récemment essayé de mettre, à titre d'expérience, la traction électrique sur ces trains, et d'utiliser ainsi le matériel roulant qui, autrement, aurait amené une perte considérable.

On a passé la commande à la *British Thomson-Houston C°* de Rugby, et on a fait l'essai avec deux trains qui ont circulé avec succès pendant quelque temps.

Les trains actuels comprennent chacun sept wagons, dont deux sont moteurs. On pense ajouter encore une voiture lorsque les quais des stations auront été suffisamment prolongés pour s'accommoder à la longueur totale du train. Chaque voiture motrice est équipée de 4 moteurs de la *General Electric*, qui ont une puissance de 150 kw chacun, donnant ainsi une puissance totale de 1200 kw au train entier. Avec cette puissance, on peut amener le train à une vitesse maxima de 72 km par heure, en palier. La commande se fait par le système de traction à unités multiples de Sprague-Thomson-Houston, les contrôleurs étant placés à chaque bout du train, de sorte qu'on peut manœuvrer les trains de chaque extrémité. Les contacteurs, les interrupteurs, etc., sont placés dans ce qui était autrefois le compartiment de garde, et qui maintenant a été transformé en un compartiment pour le mécanicien.

Les poids du train à vide sont les suivants :

Train complet à sept voitures.	171 800 kg.
Wagon moteur.	38 100
Voiture remorquée.	19 100

Chaque train peut recevoir 400 voyageurs, dont 280 en troisième classe et 120 en première classe.

La longueur entre tampons d'un train complet de 7 wagons est de 95 m.

Les bogies sont du type Fox, en acier comprimé, avec un écartement des essieux de 2,2 m. Ces bogies ont été conservés au-dessous des voitures remorquées; mais, pour les motrices de ces trains, on a fourni de nouveaux trucs à bogie, également du type de Fox en acier comprimé, avec un écartement de roue de 2,2 m, des essieux de 15 cm et des roues avec bandages d'acier, de 95 cm de diamètre.

On a substitué des freins à air comprimé aux freins à vide qu'on employait autrefois, et on a installé un frein à main dans chaque compartiment d'où se manœuvre le train.

Les compresseurs d'air qu'on emploie sont du type *British Thomson-Houston* CB 22.

Dans chaque voiture motrice, il y a quatre compartiments de troisième classe qui peuvent recevoir 40 voyageurs, et il y a aussi un compartiment pour les bagages. Les voitures remorquées contiennent chacune sept compartiments de troisième classe et peuvent recevoir 70 voyageurs.

Ces trains ont été mis en service le 11 juillet dernier, et chaque jour ils ont accompli 520 km. Le succès résultant de la conversion du matériel roulant en matériel électrique devrait encourager les autres Compagnies qui cherchent à électrifier quelques portions de leur réseau, de façon à éliminer un coût considérable de transformation. C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 29 octobre 1906.

La dissociation de la matière sous l'influence de la lumière et de la chaleur. — Note de M. Gustave Le Bon, présentée par M. H. Poincaré. — Sir William Ramsay et J. Spencer viennent de faire paraître un important Mémoire [1] destiné, comme ils le disent en commençant, à répéter quelques-unes de mes expériences developpées dans mon livre *l'Évolution de la matière* et publiées antérieurement.

Ces auteurs sont arrivés aux mêmes conclusions que les miennes sur la dissociation des corps par la lumière. Ils ont reconnu que la matière subit, sous l'influence des rayons lumineux, une véritable désintégration dont les produits sont des particules électriques capables, comme les rayons cathodiques, de traverser de minces lames métalliques et d'être déviées par un champ magnétique. Ramsay affirme même que le métal qui a été l'objet de cette dissociation a subi par ce seul fait une véritable transmutation ; « Désintégration implique, dit-il, transmutation. »

Répétées sur un grand nombre de corps simples ou composés, les expériences de ces deux savants leur ont permis de déterminer l'aptitude à la dissociation de diverses substances.

En raison de la très grande importance de ces expériences, je crois qu'il ne sera pas inutile de signaler ce fait, dû à mes recherches, que dans l'action de la lumière peuvent se superposer quelquefois deux effets fort différents. La lumière dissocie la matière; mais, si son intensité est suffisante pour échauffer les substances soumises à son action, elle agit, en outre, en expulsant une petite quantité d'éléments radioactifs que toutes les substances contiennent par suite de leur dissociation spontanée.

Pour mettre cette dernière action en évidence, il suffit d'entourer la boule d'un électroscope chargé, d'un cylindre métallique mince, disposé comme le chapeau habituel de cet instrument. Si alors on expose pendant l'été le cylindre au soleil, on constate que les feuilles d'or se rapprochent de quelques degrés; mais la décharge s'arrête bientôt entièrement et ne recommence que si l'on change le métal que les rayons solaires ont frappé.

On obtient des résultats identiques si dans l'obscurité on approche, à quelques centimètres du cylindre entourant la boule de l'électroscope, un corps chaud à 400° ou 500°, ou encore les gaz d'une flamme amenés par un tube dans le voisinage du cylindre. Il se produit d'abord une décharge correspondant à une centaine de volts en 3 ou 4 minutes. Elle peut se répéter plusieurs fois, mais au bout de très peu de temps le métal n'agit plus, quels que soient les lavages ou nettoyages auxquels on le soumet. Au bout de plusieurs semaines de repos il reprend la propriété de décharger l'électroscope.

En recherchant les causes de cette perte rapide des propriétés d'un métal sous l'influence d'une chaleur qui n'élève pas sa température de plus d'une vingtaine de degrés, j'ai constaté qu'elle était due à l'expulsion, sous l'action de la chaleur, d'une petite provision de particules radioactives qui se forme spontanément dans tous les corps et qu'ils récupèrent ensuite par le repos après l'avoir perdue.

Cette expérience est une de celles qui mettent le mieux en évidence la radioactivité universelle de la matière que j'essaie de démontrer depuis longtemps. Tous les corps possèdent à un degré très faible les propriétés que le radium et l'uranium manifestent à un degré très élevé.

Ce n'est pas seulement sous l'influence de la chaleur que les métaux tendent à perdre leur faculté d'émission radioactive. Ils la perdent aussi, bien qu'à un degré moindre, quand ils ont subi l'action de la lumière pendant quelque temps et alors même que la source lumineuse n'a pas élevé sensiblement leur température. Un métal qui donnait d'abord une décharge presque instantanée à l'électromètre sous l'influence des rayons lumineux envoyés sur sa surface, agit ensuite de plus en plus lentement. Ramsay et Spencer ont longuement étudié

[1] *Philosophical Magazine*, octobre 1906, p. 402.

cette *fatigue des métaux*, suivant leur expression, sous l'influence de la lumière. Les courbes nombreuses données dans leur Mémoire indiquent très bien la marche de ce phénomène. Ils attribuent la *fatigue des métaux* à une modification d'équilibre des éléments atomiques de leur surface par suite de la perte d'un certain nombre d'électrons produits par la désintégration de la matière.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 7 novembre 1906.

La séance est ouverte à $8^h\ 40^m$ sous la présidence de M. Maurice Leblanc.

Aussitôt après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Janet sur **le Compte rendu de la réunion de la Commission électrotechnique à Londres.**

M. Janet rappelle que, à part les questions théoriques, il est d'autres questions d'entente internationale qui peuvent être soulevées avec fruit. C'est ainsi que déjà, au Congrès de Saint-Louis, on a émis le vœu de former une Commission électrotechnique internationale, en vue d'examiner les questions industrielles. Cette Commission vient tout récemment de se constituer pendant la dernière réunion, à Londres, des Sociétés savantes des divers pays. Comme il était essentiel que la France y soit représentée, la Société des électriciens a naturellement répondu à l'invitation.

Les premières questions mises en discussion seront probablement des questions de nomenclature et de classification des machines électriques; les autres viendront après. Nous tiendrons du reste nos lecteurs au courant des travaux de la Commission.

La deuxième communication, de M. Boutin, au nom de M. Blondel empêché, a traité d'**Un nouveau galvanomètre enregistreur.**

M. Blondel présente deux appareils distincts : le premier est un galvanomètre enregistreur à grande amplitude, inscrivant des courbes sur un tambour; le deuxième est un mode de commande synchronique du tambour combiné avec un contact instantané.

Le galvanomètre enregistreur utilise un champ magnétique annulaire présentant une région uniforme très étendue, dans laquelle se déplace un cadre combiné avec une suspension très mobile. Le champ magnétique est obtenu à l'aide de deux bobines placées en opposition dont les lignes de force se ferment dans un entrefer cylindrique.

Le cadre de l'équipage mobile est enroulé sur une carcasse en aluminium formant un amortisseur énergique. Les deux fils de suspension sont attachés à deux tambours en aluminium dont l'axe pivote dans des chapes en rubis.

Le courant est transmis au cadre par deux ressorts spiraux antagonistes très fins et dont la tension peut être réglée extérieurement par un pignon et un bouton moleté.

Les avantages que M. Blondel indique pour son galvanomètre sont :

1° Un champ magnétique annulaire très long (16 cm) permet d'obtenir des déviations atteignant 80 mm sur le tambour sans cesser d'être proportionnelles;

2° L'amortissement très grand, grâce à la carcasse d'aluminium;

3° Enfin la période d'oscillation propre du galvanomètre est très grande (environ 0,7 seconde). Le seul inconvénient paraît être l'emploi d'un électro-aimant, mais on peut obtenir la saturation avec une simple batterie d'accumulateurs d'allumage (2 éléments).

Le deuxième appareil, très analogue à l'ondographe sur beaucoup de points, utilise l'emploi de la méthode strobographique de M. Joubert pour l'inscription des courbes de courant alternatif.

Un moteur synchrone actionne, dans ce cas, le tambour enregistreur par l'intermédiaire d'un train d'engrenages, ainsi qu'un axe portant trois contacts dont le rôle est, comme dans l'ondographe : 1° de charger un condensateur sur la différence de potentiel à étudier; 2° de décharger ce même condensateur dans le galvanomètre enregistreur.

Pour obtenir la courbe, M. Blondel fait, comme M. Joubert, tourner lentement les balais sur lesquels se produisent les contacts, en reliant le porte-balais à la transmission générale du mouvement.

Le moteur synchrone mérite une mention particulière, il se met en effet automatiquement au synchronisme à l'aide d'un dispositif spécial.

Ce moteur se compose d'une cloche métallique montée sur un arbre, à la circonférence de laquelle sont fixées six palettes de fer doux. Ces palettes tournent autour d'un stator formé de six bobines montées sur un noyau en tôles découpées; elles sont reliées à la canalisation à courant alternatif.

Pour faire démarrer le moteur sans le lancer, on fait passer le courant alternatif qui alimente les bobines par un tambour isolé porté par l'arbre sur lequel sont disposés six contacts. Des balais amènent le courant à ces contacts. Le moteur, dans ces conditions, démarre comme un moteur à attraction si le calage des balais est convenable, comme il démarrerait avec du courant continu; il atteint assez rapidement le synchronisme et le dépasse même. L'accrochage se fait à ce moment facilement en mettant les balais en court-circuit, ce qui fait arriver directement le courant alternatif au stator; une lampe de phase permet du reste de produire l'accrochage au moment le plus favorable.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à $9^h\ 45^m$. A. S.



BIBLIOGRAPHIE

Manuel de Manipulations d'Électrochimie, par Ch. Marie. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 25 × 16 cm; 166 pages. — Prix : 8 fr.

La préface de M. Moissan et l'introduction de l'auteur, que nous voudrions pouvoir reproduire, constitueraient certainement la meilleure notice bibliographique de ce livre, en même temps que leur simple reproduction simplifierait singulièrement notre besogne. L'objectif de ces manipulations et le processus de l'ouvrage y sont magistralement exposés et valent à eux seuls son achat pour quiconque veut se rendre compte des services déjà obtenus et de ceux qu'on est en droit d'attendre de l'électrochimie, aussi bien que des moyens à mettre en œuvre, du moins chez nous, pour donner à cette branche de la science tout le développement qu'elle mérite et comporte. — Ce volume est divisé en deux parties comprenant : la première, les définitions et les lois générales, la description des appareils de mesures, des cuves électrolytiques, des électrodes et des diaphragmes; la seconde, les mesures électriques et les manipulations électrochimiques en chimie minérale et en chimie organique. C'est dans le choix de ces manipulations que réside d'ailleurs sinon tout l'intérêt, du moins toute l'importance de l'œuvre; c'est lui qui, en effet, permet aux élèves de se rendre un compte exact de la valeur et de la fécondité des méthodes qui leur y sont révélées. Ils doivent, en conséquence, trouver dans chacune des expériences qui leur sont proposées une difficulté à vaincre et un résultat précis à en tirer, en même temps qu'ils doivent pouvoir en obtenir des applications numériques, analytiques ou autres, et rapprocher et grouper, à leur faveur et à propos de chacune d'elles, des faits similaires et voisins concourant vers des vues synthétiques toujours trop rares. C'est grâce à ce choix judicieux que cette partie de l'enseignement portera des fruits corrélatifs des autres branches qu'il comporte. Si utiles que soient, en effet, ces manipulations, en initiant le futur chimiste à tout ce qu'il doit connaître pour pouvoir utiliser les méthodes électrochimiques de préparation, elles ne sont cependant pas tout; elles doivent être complétées par la conférence et par le cours. Comme le dit M. Moissan, qualifié mieux que personne pour en parler, les questions d'ensemble, les idées générales ont besoin de l'amphithéâtre, de la chaleur communicative de la voix et de l'ordonnance d'expériences choisies bien distinctes des manipulations ultérieures. Les conférences viennent ensuite s'ajouter à l'enseignement du maître et préparer, en quelque sorte sous forme de causerie, la manipulation qui, jointe à l'interrogation, doit fournir le contrôle de l'assimilation de l'enseignement.

C'est dans cet esprit qu'a été rédigé ce Manuel auquel un grand nombre de données numériques vient donner encore un appoint pratique, utile même à l'électrochimiste déjà consommé.

Tout en puisant aux bonnes sources pour sa partie théorique et les généralités, l'auteur a peut-être un peu trop oublié son ancien maître, M. Hospitalier, sans penser que c'était encore à lui, à son Formulaire qu'il fallait renvoyer pour la clarté et la netteté des définitions, les cours élevés de nos Facultés manquant toujours un peu du sens industriel et pratique plus que jamais nécessaire dans ce Manuel des praticiens. Nous ne le louerons pas d'ailleurs de sa symbolisation de la résistance par la lettre W, non plus que de son sacrifice à l'orthographe simpliste moderne qui lui fait écrire « catode », au lieu de « cathode ». N'affectons pas de mépriser les vieux principes étymologiques; ils ont toujours du bon. E. Boistel.

Moteurs électriques à courant continu et alternatif, Théorie et Construction, par H. Hobart. Traduction et adaptation par Achard. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1907. — Format : 28 × 19 cm; 450 pages. — Prix : 25 fr.

Depuis le remarquable ouvrage de M. Leblond sur « Les Moteurs à courant continu », nous n'avions guère de livre spécial à cette étude, et, si les éléments s'en trouvaient disséminés dans les périodiques ou même réunis dans des travaux complets sur les Dynamos, dont ils font en réalité partie, ils n'étaient pas traités pour eux-mêmes, ou bien l'étude qui en était présentée comportait un certain bagage de mathématiques plus ou moins élevées, hors de la portée de tout le monde. L'ouvrage de M. Hobart est, au contraire, conçu dans un esprit essentiellement pratique et facilement accessible qui le fera certainement rechercher de tous ceux qu'intéresse, et ils sont nombreux, l'application des moteurs électriques, surtout alternatifs moins connus que les autres. Il procède, comme mode général d'exposition, de la manière de faire inaugurée, si nous ne nous trompons, par Arnold et qui consiste à spécialiser sur un certain nombre d'exemples concrets les principes généraux, et à fournir, en quelque sorte en manière de conclusion, de vastes tableaux dans lesquels sont systématiquement ordonnés et groupés tous les éléments, calculs et données de construction d'un certain nombre de types qui compensent haut la main l'absence de formules mathématiques de si bel aspect mais parlant souvent trop peu à l'esprit. Le calculateur novice, aussi bien que le praticien consommé, y trouveront leur compte : l'un comme guides précieux, l'autre comme contrôle de ses propres travaux. — Cette édition française bénéficie d'ailleurs des progrès de la science depuis la publication de l'édition anglaise qui lui sert de base, et nous ne pouvons que féliciter l'auteur et le traducteur de la bonne entente qui nous vaut la primeur des chapitres relatifs aux pôles auxiliaires ou de commutation dans les moteurs à courant

continu, et au moteur à courant alternatif simple à collecteur si à l'ordre du jour. Entre temps, l'auteur anglais avait aussi entrepris une série de recherches relatives à la prédétermination du prix de revient des moteurs ; une place leur a été également réservée dans cette nouvelle édition-traduction. Quand nous aurons ajouté que la question de la commutation dans les moteurs à courant continu y est en outre traitée par une méthode éminemment simple, nous aurons dit plus qu'il n'en faut pour faire considérer ce bel et bon volume comme un des livres de chevet des électriciens. E. Boistel.

Bases d'une Théorie mécanique de l'électricité, par Seligmann-Lui. — *Dunod et Pinat*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 23 × 14 cm; 206 pages. — Prix : 5 fr.

Malgré le caractère essentiellement industriel et pratique de ce Journal, nous manquerions à ses devoirs et à notre tâche si, en raison surtout de la valeur de l'auteur, nous ne signalions pas l'apparition de ce petit volume qui ouvre peut-être la voie de l'avenir. — Dans cette théorie basée exclusivement sur les lois qui régissent les principes ordinaires de la mécanique, l'auteur étudie successivement l'électrostatique, la nature de l'électricité, la conductibilité, la pile et son mécanisme, les courants, l'électrodynamique, le magnétisme, la propagation des perturbations électriques et quelques questions connexes de la théorie de l'électricité. Cet exposé scientifique, rempli d'idées nouvelles et de calcul différentiel et intégral, intéressera certainement tous les heureux que sollicitent ces questions abstraites. — Avis aux amateurs et hommage aux éditeurs qui défraient presque à eux seuls aujourd'hui notre chronique bibliographique. — Dunod et Pinat *for ever* ! E. Boistel.

Elektron, der erste Grundstoff (L'Électron, le premier des corps simples), par Rydberg, chez *W. Junk*, Berlin, 1906. — Format : 25 × 17 cm ; 30 pages.

La notoriété, pour ne pas dire l'autorité, dont jouit en Allemagne l'auteur de cet opuscule, attire *à priori* une attention que ne fixerait peut-être pas à lui seul son titre au moins singulier. Sans lui accorder ici plus de place que n'en comporte son peu de développement typographique, nous dirons qu'il contient l'exposé d'une doctrine qui paraît jusqu'ici assez particulière audit auteur. Voulant, à tout prix, arriver à ranger les corps simples par séries, celui-ci rejette la classification par ordre de poids atomiques croissants et la remplace par une autre peu différente, mais rapportée à l'électron, regardé comme élément fondamental ou le premier des corps simples, son poids atomique, sans être nul, étant inférieur d'une unité à celui de l'hydrogène. Les nombres affectés à chaque corps simple sont ensuite groupés par parité et imparité.... M. Rydberg conçoit d'ailleurs l'électron d'une façon assez personnelle, et sa théorie à cet égard se distingue des autres par l'ordre des phénomènes (purement chimiques) sur lesquels elle s'appuie. — Des considérations relatives à celle-ci et touchant la constitution du soleil terminent cette plaquette que nous ne faisons qu'annoncer aujourd'hui, avec l'espoir d'être amené à y revenir. E. Boistel.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. Josse, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

---

367 789. — **Société Koch et Sterzel.** — *Disposition pour l'utilisation de tubes Rœntgen* (6 juillet 1906).

367 835. — **Roberts.** — *Diaphragme électrolytique* (6 juillet 1906).

367 863. — **Edison.** — *Fabricationn de pellicules ou flocons métalliques* (7 juillet 1906).

367 864. — **Jacobs.** — *Assemblage des pièces métalliques par électrolyse* (7 juillet 1906).

367 847. — **Société Korting et Mathiesen.** — *Aimant souffleur pour lampes à arc* (7 juillet 1906).

367 876. — **Hildebrand et Diesel.** — *Commutateur automatique pour installations téléphoniques* (28 mars 1906).

367 953. — **Société Aktiebolaget Nautiska Instrument.** — *Télégraphie acoustique* (10 juillet 1906).

367 955. — **Société Aktiebolaget Nautiska Instrument.** — *Appareil téléphonique et télégraphique* (10 juillet 1906).

368 064. — **Société Aktiebolaget Nautiska Instrument.** — *Perfectionnements aux microphones* (13 juillet 1906).

368 090. — **Société Aktiebolaget Nautiska Instrument.** — *Porte-charbon pour microphones* (10 juillet 1906).

367 908. — **Hunt et Société The Sandycroft Foundry C°.** — *Machines dynamo-électriques* (9 juillet 1906).

367 942. — **Société The Cushman Electric C°.** — *Contrôleur de vitesse pour moteurs électriques* (10 juillet 1906).

367 948. — **Berland.** — *Compteur électrique à paiement préalable* (10 juillet 1906).

367 982. — **Bourgeois.** — *Perfectionnements aux instruments de mesure de poche* (11 juillet 1906).

367 983. — **Bourgeois.** — *Perfectionnements aux instruments de mesures* (11 juillet 1906).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Société anonyme d'éclairage électrique du secteur de la place Clichy. — Rapport présenté par le Conseil d'Adminis-

TRATION *à l'Assemblée générale ordinaire du* 25 *octobre* 1906. — Nous vous présentons les comptes de notre seizième exercice dont les résultats vous donneront toute satisfaction.

Les nouveaux clients continuent à se présenter, surtout ceux qui payent les prix forts.

Dans le rapport de l'année dernière, nous vous donnions, page 8, le nombre de nos abonnés des diverses catégories. Vous verrez par le tableau ci-après que, sur les 670 abonnés nouveaux venus à nous pendant l'année, 530, soit les trois quarts, sont des abonnés d'appartement payant le plein tarif de 0,15 fr.

CATÉGORIES.	NOMBRE D'ABONNÉS EN SERVICE		AUGMENTATION DU NOMBRE DES ABONNÉS.
	Au 30 juin 1905.	Au 30 juin 1906.	
Éclairage domestique. .	6186	6716	530
Éclairage commercial. .	1969	2068	99
Force motrice.	644	680	36
Chauffage.	72	75	3
Charge d'automobiles . .	51	53	2
Fournitures hors secteur.	1	1	»
	8923	9593	670

Travaux neufs. — Les travaux neufs pendant l'exercice se sont élevés à :

Usine	30 145,40 fr.
Branchements	160 648,20
Compteurs	45 049,55
Stations régulatrices.	292,10
Total	236 135,25 fr.

Réseau. — Au 30 juin, notre réseau s'étendait sur 105,491 km et comportait une longueur de câbles de 606 295,40 m, ainsi que l'indique le tableau suivant :

DÉVELOPPEMENT.	EXISTANT AU 30 JUIN				
	1902.	1903.	1904.	1905.	1906.
	m.	m.	m.	m.	m.
Du réseau.	100 528,6	102 971,5	103 933,6	104 749,3	105 491,3
De la canalisation à cinq fils. . . .	93 622,3	96 266,6	97 281,7	98 120,3	98 861,6
De la canalisation feeders.	50 525,8	51 756,7	52 446,7	52 560,3	52 537,9
Des câbles de distribution	468 111,7	481 333,2	486 408,5	490 601,5	494 323,0
Des feeders	92 807,5	95 669,4	96 573,3	96 800,5	96 755,7
Des câbles d'éclairage public. . .	15 184,7	15 184,7	15 216,7	15 216,7	15 216,7
Total des câbles.	576 103,9	592 187,3	598 198,5	602 618,7	606 295,4

Branchements. — Voici la situation des branchements au 30 juin 1906 :

Désignation.	Existant au 30 juin 1902.	1903.	1904.	1905.	1906.
Branchements extérieurs.	2776	2989	3130	3266	3380
Colonnes montantes. . . .	1551	1665	1734	1785	1861
Branchements intérieurs simples	1410	1532	1637	1728	1800
Branchements intérieurs sur colonnes montantes.	6373	7171	7915	8742	9589

L'augmentation a été de 114 branchements et 76 colonnes montantes.

Les colonnes montantes installées continuent à être, d'année en année, mieux utilisées.

Si l'on admet, en effet, qu'une colonne montante peut desservir en moyenne 6 logements, nous pourrions, avec nos 1861 colonnes montantes, alimenter 11 166 logements. Nous en desservons 9589, soit 86 pour 100, contre 81 pour 100 l'année dernière à la même date.

Compteurs. — Le nombre des compteurs en service chez les abonnés était, au 30 juin, de 9648, au lieu de 8974 l'an dernier.

Ascenseurs. — Le nombre des ascenseurs est passé, cette année, de 494 à 507 dont 285 purement électriques, 67 mixtes et 155 mixtes par compensateur.

Chauffage électrique. — Le chauffage électrique présente peu d'accroissement. Cependant nous alimentons l'équivalent de 4554 lampes de 10 bougies, au lieu de 4448 lampes l'an dernier.

Nous avons continué cette année des essais déjà entrepris précédemment et ayant pour but de développer ce genre de chauffage si intéressant au point de vue de l'hygiène.

Automobiles. — La charge des automobiles électriques nous a procuré, durant cette année, une recette de 130 638,90 fr.

Abonnements. — Le nombre de polices en service a augmenté de 670 pendant l'exercice; il était de 9593 au 30 juin.

Nombre	Existant au 30 juin 1902.	1903.	1904.	1905.	1906.
De polices souscrites. . . .	10 317	11 876	13 443	15 135	16 997
De polices en service. . . .	7 113	7 843	8 394	8 923	9 593
De lampes de 10 bougies. .	339 510	367 846	404 743	432 719	464 675
Dont :					
Pour le service des particuliers :					
Éclairage.	293 151	317 310	346 709	370 075	399 769
Force motrice en lampes de 10 bougies	36 691	40 074	44 406	46 752	48 626
Charge d'automobiles. . .	3 003	3 555	6 029	7 199	7 481
Chauffage en lampes de 10 bougies.	2 834	3 079	3 771	4 448	4 554
Pour l'éclairage public et municipal	3 828	3 828	3 828	4 245	4 245

Quant au nombre de lampes installées réduites en lampes de 10 bougies, le tableau ci-dessus montre qu'il s'élève à 464 675 et qu'il a augmenté de 31 956 sur l'année dernière.

La moyenne de lampes par abonné est de 48.

Notre Secteur s'étendant seulement sur 517 hectares, desquels il y a lieu de déduire 65 hectares pour le Parc Monceau et la gare de l'Ouest avec ses ateliers, ce qui réduit à 452 hectares la surface à alimenter, et la population de ce territoire étant de 199 000 âmes, on voit que le nombre de lampes desservies par notre Société est de 1028 par hectare et de 2,33 par habitant. Ce sont là des proportions bien rarement atteintes ; elles prouvent la satisfaction de notre clientèle.

Si nous rapprochons le développement des installations de celui de la canalisation, nous constatons que le premier continue à dépasser le second, puisque le total des installations correspond à une moyenne de 470 lampes de 10 bougies par 100 mètres de canalisation, contre 441 en 1905.

Bibliothèque. — Le 9 avril 1905, nous avons installé une bibliothèque composée de 600 volumes choisis. Les livres sont mis gratuitement à la disposition de notre personnel. La distribution a lieu une fois par semaine et la durée du prêt d'un volume est de quinze jours.

Pendant l'exercice, il a été prêté 929 volumes, répartis entre une moyenne de 18 lecteurs, soit 4 volumes par lecteur et par mois.



Polices nouvelles. — Pendant l'année, nous avons fait signer encore 1842 nouvelles polices, et le nombre de nos abonnés en service est aujourd'hui de 9593.

Depuis l'origine de la Société nous avons fait signer : polices		16 997
Il y a lieu de déduire de ce chiffre le nombre de polices signées par de nouveaux abonnés reprenant des installations anciennes dont les titulaires étaient morts ou avaient déménagé, soit		5 414
Il n'y a donc eu réellement que		11 583
contrats répondant à autant d'installations :		
Sont encore en service	9 593	
Ne sont pas encore terminées	125	
		9 718
Il y a donc eu		1 865

polices annulées qui ne sont pas encore remplacées et qui représentent un déchet de 11 pour 100 en quinze ans ou 7 dixièmes pour 100 par an.

Bilan. — Voici maintenant le Bilan et le compte de Profits et Pertes.

BILAN AU 30 JUIN 1906

Actif.

Usine	9 007 979,95	8 423 655,20 fr.
Moins dépréciation	584 324,75	
Réseau	6 749 000,00	Pour mémoire.
Moins dépréciation	6 749 000,00	
Voies privées		60 118,00
Appareillage		4 252,50
Matériel d'éclairage public		49 790,20
Branchements		3 270 716,90
Compteurs		1 525 485,80
Stations régulatrices		346 697,60
Transformateurs		4 812,05
Rue Nollet		7 536,85
Magasin, existences à l'inventaire		446 789,05
Cautionnements		205 984,70
Caisse, espèces		18 312,00
Débiteurs banquiers		1 893 892,75
Débiteurs divers		427 863,45
Maisons de rapport		694 567,10
Valeurs en portefeuille		5 521 145,85
Total		22 701 619,80 fr.

Passif.

Capital		6 000 000,00 fr.
Obligations	9 000 000	3 136 000,00
— remboursement	5 864 000	
Réserve légale		600 000,00
— spéciale		1 020 000,00
Amortissement (art. 51 des Statuts)		5 979 219,90
Amortissement industriel		2 500 000,00
Réserve pour amortissement éventuel du portefeuille		1 725 000,00
Compte d'ordre		70 542,10
Créanciers divers		858 687,00
Coupons d'actions		2 639,40
Coupons d'obligations		31 164,25
Obligations à rembourser		62 500,00
Comptes de Profits et Pertes		715 867,15
Total		22 701 619,80 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Actif.

Jetons des administrateurs	153 121,35 fr.
Rémunération des commissaires des comptes	1 800,00
Intérêts des obligations	153 853,75
Participation de la ville de Paris	282 315,50
Gratifications au personnel	157 210,90
Réserve pour amortissement éventuel du portefeuille	1 725 000,00
Amortissement industriel	850 000,00
Solde créditeur	715 867,15
Total	4 039 168,65 fr.

Passif.

Produit brut de l'exploitation :		
Éclairage public et municipal	134 920,65	6 084 608,20 fr.
Éclairage privé	5 101 298,35	
Recettes diverses	848 389,20	
Dépenses de l'exploitation	1 330 887,60	2 256 574,25
Courant du Triphasé et du Nord-Lumière	925 686,65	
Produits nets de l'exploitation		3 828 033,95 fr.
Intérêts des valeurs en portefeuille et intérêts divers		211 134,70
Total		4 039 168,65 fr.

Nous croyons devoir ajouter quelques mots d'explication sur les articles suivants :

Accidents du travail. — Nous avons payé à la Compagnie qui nous assure contre les conséquences de la loi du 9 avril 1898 des primes de 14 162,90 fr. En outre, nous avons versé aux blessés une somme de 1 707,90 fr. La Compagnie, de son côté, a versé aux blessés 13 924,70 fr. espèces et frais médicaux, attribués pour la plus grande partie à la famille d'un de nos ouvriers tué par accident.

Caisse des malades. — Vous savez que nous bonifions la moitié du salaire à nos agents malades, ainsi que des secours médicaux et pharmaceutiques. La dépense pour la Caisse des malades, cette année, a été de 9 537,45 fr qui figurent dans les dépenses d'exploitation.

Secours et dons. — Parmi nos dépenses d'exploitation figure encore une somme de 14 530,45 fr qui a servi à assurer à nos agents appelés au service militaire leur traitement intégral, à payer des frais d'inhumation, à donner des secours à des veuves, etc., enfin à subventionner certaines œuvres de l'arrondissement.

Institut d'épargne. — Notre Caisse spéciale d'épargne continue à rendre les services que nous en attendions et est très appréciée de notre personnel en raison des avantages spéciaux qu'elle leur procure.

Les résultats de cette année sont les suivants :

Solde en caisse au 30 juin 1905	159 179,85 fr.
Sommes versées par 280 déposants	121 977,95
Intérêts bonifiés	6 677,85
	287 835,65
Remboursements	138 046,35
Reste au 30 juin 1906	149 789,30 fr.

appartenant à 264 déposants (16 comptes seulement ont été soldés).

La somme restant déposée dans la caisse a donc diminué de 9390,55 fr sur l'année dernière.

Obligations. — Suivant vos votes successifs, nous avons émis, depuis l'origine de la Société, cinq séries d'obligations dont le détail suit :

Première émission. — 2500 obligations 5 pour 100 de 1000 fr (numéros 1 à 2500)	2 500 000	
Tous ces titres ont été remboursés, soit	2 500 000	
Deuxième émission. — 3000 obligations 5 pour 100 de 500 fr (numéros 2501 à 5500)	1 500 000	79 500
Sur ces titres, il y a eu 24 remboursements, ensemble 2841 obligations, soit	1 420 500	
A reporter		79 500 fr.

Report		79 500 fr.
Troisième émission. — 2000 obligations 4,5 pour 100 de 500 fr (numéros 5501 à 7500)	1 000 000	
Sur ces titres il y a eu 21 remboursements, ensemble 1887 obligations, soit	913 500	56 500
Quatrième émission. — 2000 obligations 4,5 pour 100 de 500 fr (numéros 7501 à 9500)	1 000 000	
Tous ces titres ont été remboursés, soit	1 000 000	
Cinquième émission. — 6000 obligations 4,5 pour 100 de 500 fr (numéros 9501 à 15500) qui ne peuvent être remboursés avant 1907		3 000 000
Reste en circulation au 30 juin 1905		3 136 000 fr.

Valeurs en portefeuille. — Le compte portefeuille se compose de :

10 465 actions de 500 fr du Triphasé, soit au pair	5 232 500,00 fr.
300 actions de 500 fr du Nord-Lumière, soit au pair	150 000,00
262 actions de 500 fr de l'Électrique de Montmorency, soit au pair	131 000,00
18 obligations Ville de Paris	7 645,85
Total	5 521 145,85 fr.

Approvisionnements. — Les approvisionnements constatés par l'inventaire du magasin donnent, par rapport à l'année dernière, une augmentation de 6 716,70 fr.

Exploitation. — Les dépenses d'exploitation se sont élevées à :

1 330 887,60 fr,	auxquels il faut ajouter
925 686,75 fr	pour le courant qui nous a été fourni par l'usine d'Asnières et celui du Nord-Lumière.
2 256 574,35 fr.	

L'année dernière, ce compte était :

Dépenses ordinaires	1 295 821,70 fr.
Courant d'Asnières	780 119,35
	2 075 941,05 fr.

L'augmentation a été de 180 633,20 fr.

Les recettes de l'exploitation sont de 6 084 608,20 fr contre 5 574 637,45 fr l'année dernière.

Soit une plus-value de 509 970,75 fr.

Les produits nets ont donc augmenté de 329 337,55 fr sur l'année dernière.

Éclairage privé. — On voit, par le tableau ci-après, que 460 430 lampes ont produit une recette de 5 101 298,35 fr, soit une moyenne de 11,08 fr par lampe.

CATÉGORIES.	NOMBRE D'ABONNÉS.	NOMBRE DE LAMPES DE 10 BOUGIES.	CONSOMMATION ANNUELLE	PRODUIT ANNUEL PAR LAMPE.
			fr.	fr.
Éclairage commercial	2071	135 676	2 595 995,55	19,13
Éclairage domestique	6713	262 935	2 084 069,45	7,93
Force motrice	680	48 542	262 744,25	5,41
Chauffage	75	4 554	9 255,40	2,03
Automobiles	53	7 421	130 638,90	17,60
Totaux	9592	459 128	5 082 701,55	
Fournitures hors secteur	1	1 302	18 596,80	14,28
Ensemble	9593	460 430	5 101 298,35	11,08

Compte de profits et pertes :

Le produit net de l'exploitation a été de	3 828 033,95 fr.
Les intérêts des valeurs en portefeuille et les intérêts divers montent à	211 134,70
Total	4 039 168,65 fr.

qui figurent au crédit du compte de profits et pertes.

Au débit du même compte figurent les jetons des administrateurs, fixés par l'assemblée générale du 30 octobre 1902 à 4 pour 100 du produit net de l'exploitation	153 121,35 fr.
La rémunération des commissaires	1 800,00
Les intérêts des obligations	153 855,75
La participation de la ville de Paris	282 315,50
Une somme qui a été répartie à notre personnel à titre de gratifications	157 210,90
Nous avons jugé devoir porter, cette année, pour amortissement industriel	850 000,00
Et comme réserve pour amortissement éventuel du portefeuille	1 725 000,00
Il reste un solde disponible de	715 867,15
Total	4 039 169,65 fr.

Répartition. — Nous vous proposons de répartir comme suit le solde disponible :

Nous devons affecter au compte d'amortissement une somme jugée suffisante pour amortir, jusqu'en juillet 1907, le montant du capital-actions.

Sur notre capital de	6 000 000,00 fr.
Nous avons amorti précédemment	5 979 219,90
Il reste à amortir	20 780,10 fr.
Nous vous proposons de décider d'amortir cette année-ci	15 867,15 fr.
Et il ne restera plus que 4912,95 fr à amortir l'année prochaine.	
Ces prélèvements faits, nous vous proposons de décider le payement de 5 pour 100 de dividende, soit	300 000,00
Il reste donc un solde de 400 000 fr sur lequel nous proposons de porter à la réserve spéciale, ainsi que le permet l'article 51 des statuts, le cinquième de ce solde, soit	80 000,00
Et d'attribuer l'excédent, ainsi que le prescrit le même article :	
75 pour 100 aux actionnaires, soit 4 pour 100 de dividende supplémentaire	240 000,00
25 pour 100 au Conseil d'administration, soit	80 000,00
Total	715 867,15 fr.

Nous vous proposons de décider que les sommes inscrites au Compte d'amortissement font partie du fonds de roulement de la Société et pourront être employées en valeurs de portefeuille.

Conseil d'administration. — En vertu des articles 21 et 31 des Statuts, vous aurez à procéder au renouvellement du quart des membres du Conseil d'administration. Les membres sortants sont MM. Lalance et Méja. Ils sont rééligibles.

Loi de 1867. — En exécution de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, nous avons l'honneur de vous rendre un compte spécial de l'exécution, pendant l'exercice écoulé, des marchés ou entreprises passés par notre Société avec d'autres Sociétés dont certains de ses administrateurs font en même temps partie, conformément aux autorisations données dans les Assemblées générales précédentes.

La Société *le Triphasé* nous a fourni une partie de l'énergie électrique nécessaire à notre exploitation.

Notre Société a exécuté à prix coûtant des travaux de canalisation souterraine pour le compte de la Société *le Nord-Lumière* et a acheté à cette Société une certaine quantité de courant électrique.

Elle a exécuté à prix coûtant certains travaux de canalisation pour le compte de la Société *l'Électrique de Montmorency*.

Elle a acheté à la Société Alsacienne de Constructions mécaniques des câbles et divers appareils électriques.

Comme tous les ans, nous vous demanderons de décider que les membres du Conseil faisant partie d'autres sociétés soient autorisés à traiter des affaires avec nous au nom de ces sociétés pendant le prochain exercice.

Commissaire des comptes. — Nous vous demanderons aussi de désigner un commissaire des comptes pour l'année 1906-1907, ainsi qu'un commissaire suppléant.

Nous ne terminerons pas notre rapport sans adresser tous nos remerciements à nos fidèles collaborateurs qui ont toujours apporté le plus grand dévouement à la prospérité de notre œuvre commune.

Résolutions votées a l'unanimité par l'Assemblée générale. — 1° L'Assemblée générale, après avoir entendu le commissaire des comptes, donne son approbation au rapport du Conseil d'administration; elle approuve le bilan et le compte de profits et pertes.

Elle décide que les bénéfices seront répartis comme suit :

Compte d'amortissement.

Contribution de l'année 1905-1906		15 867,15 fr.
Compte de dividende.		
Dividende à raison de 5 pour 100. . .	300 000,00	
Dividende supplémentaire de 4 p. 100.	240 000,00	
		540 000,00
Conseil d'administration.		
Part lui revenant en vertu de l'article 51 des statuts		80 000,00
Compte de réserve spéciale.		
Affectation suivant l'article 51 des statuts		80 000,00
Total		715 867,15 fr.

2° Le dividende sera payé à partir du 1er décembre 1906 aux caisses désignées pour le dépôt des titres, sous déduction des impôts de finance et sur présentation du coupon n° 15, à raison de : 41,50 fr net par coupon au porteur et 45,20 fr net par coupon nominatif.

3° L'Assemblée décide que les sommes portées au compte d'amortissement feront partie du fonds de roulement de la Société et pourront être employées en valeurs de portefeuille.

4° L'Assemblée nomme administrateurs pour une durée de quatre ans MM. Auguste Lalance et Ernest Méja, administrateurs sortants.

Ces messieurs acceptent.

5° L'Assemblée nomme pour l'année 1906-1907, M. Jean Scheidecker, commissaire des comptes, M. Henri Ill, commissaire suppléant, qui acceptent ces fonctions.

L'Assemblée fixe à 1500 fr la rémunération du commissaire des comptes, et à 500 fr celle du commissaire suppléant. Dans le cas où ce dernier aurait à remplir les fonctions de commissaire, il recevrait les 1500 fr ci-dessus.

6° L'Assemblée donne à ceux de ses administrateurs qui font en même temps partie d'autres Sociétés les autorisations prévues par la loi de 1867, en raison des affaires qui pourraient être traitées avec ces Sociétés.

Situation au 30 juin 1906 des comptes de réserve et d'amortissement

Réserve :		
Réserve légale	600 000,00	
Réserve spéciale	1 100 000,00	
		1 700 000,00 fr.
Amortissement :		
Amortissement (art. 51 des statuts)	5 995 087,05	
Amortissement industriel	2 500 000,00	
Réserve pour amortissement éventuel du portefeuille	1 725 000,00	
Dépréciation du réseau	6 749 000,00	
Dépréciation sur usine	584 324,75	
		19 253 411,80 fr.

RECETTES MENSUELLES COMPARATIVES

COURANT ÉLECTRIQUE.	1901-1902.	1902-1903.	1903-1904.	1904-1905.	1905-1906.
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Juillet. . .	139 555,75	147 575,30	162 849,80	163 755,70	176 381,20
Août. . . .	131 325,70	158 457,30	150 880,35	145 404,00	158 793,65
Septembre.	200 880,40	208 913,30	206 261,90	233 414,60	263 706,10
Octobre . .	355 005,30	591 136,45	411 129,30	425 817,50	474 108,00
Novembre.	508 727,40	528 098,10	513 999,85	589 298,90	647 361,20
Décembre .	596 650,05	630 799,85	686 238,35	690 855,70	758 139,90
Janvier. . .	566 170,45	602 556,00	662 144,25	663 463,25	720 966,35
Février. . .	465 735,15	482 819,05	526 244,10	559 226,50	616 663,15
Mars. . . .	365 538,70	386 152,70	458 590,60	454 271,60	494 794,95
Avril. . . .	312 737,95	333 491,95	365 381,50	375 373,10	405 923,20
Mai	275 766,65	281 874,70	296 845,65	321 553,30	355 661,00
Juin. . . .	202 413,95	215 794,25	230 140,70	255 982,40	272 398,60
	4118 507,45	4347 428,95	4680 706,15	4878 414,35	5346 897,30
Rabais et ristournes .	91 740,55	100 156,55	107 297,95	106 282,15	110 678,30
	4026 766,90	4247 272,40	4573 408,20	4772 132,20	5236 219,00
Recettes diverses :					
Location de branchements et de compteurs, etc.	635 166,50	705 729,05	758 415,40	802 505,25	848 589,20
Totaux. .	4661 933,40	4951 001,45	5331 821,30	5574 637,45	6084 608,20

Assemblée générale extraordinaire *du* 25 *octobre* 1906. — Rapport présenté par le Conseil d'administration. — Vous savez tous que les concessions de quatre des six secteurs parisiens, parmi lesquels se trouve le nôtre, expirent en avril 1907.

Depuis longtemps le Conseil municipal et l'Administration se préoccupent d'assurer la continuité du service de l'électricité et ont engagé à cet effet des pourparlers tant avec les concessionnaires actuels qu'avec d'autres demandeurs en concession.

Dans sa dernière session, le Conseil municipal a, le 13 juillet, repoussé la régie directe, et, le 25 juillet, voté diverses résolutions préparatoires dont les deux principales sont les suivantes :

« Le Conseil,

« Considérant que la ville de Paris se trouve dans la nécessité d'avoir recours à l'outillage des secteurs pour assurer, pendant les quelques années de la période de transition du régime actuel au régime définitif, le service de la production et de la distribution de l'énergie électrique à Paris;

« Qu'il est donc désirable qu'un accord amiable intervienne avec les secteurs à ce sujet;

« Qu'au cas où un accord ne pourrait intervenir, il serait nécessaire de procéder au rachat des autorisations prenant fin en avril 1907;

« Considérant que les frais de cette acquisition ne causeraient, pour la plus grande partie, que des charges momentanées à l'exploitation, étant donné les réalisations qui seraient faites une fois les nouvelles usines en fonctionnement;

« Que, néanmoins, il y a lieu pour la Ville de se mettre en mesure de faire face à la dépense immédiate que pourrait nécessiter ce rachat;

« Délibère :

« *Article premier.* — M. le Préfet de la Seine est invité à préparer pendant l'intersession et à présenter au Conseil municipal à l'ouverture de la prochaine session, un projet d'accord avec les secteurs, en vue d'obtenir de ceux-ci le maintien en fonctionnement des usines et sous-stations de transformation du courant primaire pendant les années de transition entre le régime actuel et le régime définitif.

« *Art.* 2. — Au cas où un accord amiable ne pourrait intervenir, M. le Préfet de la Seine est invité à présenter au Conseil municipal des propositions en vue du rachat, conformément aux dispositions des cahiers des charges des quatre secteurs dont les autorisations arrivent à expiration en avril 1907.

« *Art.* 3. — M. le Préfet de la Seine est également invité à rechercher les moyens de procurer à la Ville de Paris le complément de l'énergie électrique qui sera nécessaire pour parer, pendant la période de construction des usines, à l'insuffisance de production des usines appartenant aux secteurs. »

« Le Conseil,

« Prenant acte des déclarations qui lui ont été faites en comité de budget par les demandeurs en concession;

« Invite M. le Préfet de la Seine à lui soumettre, dès l'ouverture de la prochaine session, un cahier des charges dans le sens de la régie intéressée (*art.* 2 du projet Sauton), et au point de vue technique sur les bases adoptées par la Commission technique;

« Considérant qu'il n'existe plus, entre les deux demandeurs, qu'une question de nuances;

« Décide que le nouveau cahier des charges leur sera soumis;

« Et, dans le cas où ils ne se seraient pas mis d'accord, invite l'Administration à préparer une adjudication sur les bases arrêtées par le Conseil, portant sur les avantages nouveaux qui pourraient être obtenus à la fois pour la Ville de Paris et pour les concessionnaires.

« En conséquence, le vote définitif du Conseil est ajourné jusqu'à cette époque. »

Au cours de ces divers pourparlers, l'Administration a paru trouver insuffisants les pouvoirs conférés aux conseils d'administration des secteurs par les statuts. Le mémoire préfectoral du 6 juin 1906 s'exprime ainsi à ce sujet (p. 14, rapport de l'ingénieur en chef) :

« La concession (*art.* 1, 2 et 3) est demandée par MM. X..., Y..., agissant au nom des six secteurs actuels, en vertu de délibérations des divers Conseils d'administration. Or il est fort douteux que ces Conseils d'administration eux-mêmes aient pouvoir pour engager valablement les secteurs. Leur consentement constituerait une présomption très grande, mais non une certitude. Seules les Assemblées générales auraient les pouvoirs voulus. Ces Assemblées générales ne devant être convoquées qu'après le vote du Conseil municipal, un temps assez long pourrait s'écouler avant leur décision, un seul refus ferait écrouler la combinaison; la Ville n'aurait plus alors la possibilité qu'elle a encore aujourd'hui, d'adopter telle ou telle autre des combinaisons concurrentes. Elle doit donc prendre toute sécurité à cet égard, et ne donner sa signature que contre des signatures engageant d'une façon formelle les autres parties contractantes. »

En ce qui concerne spécialement notre Société, les pouvoirs de votre Conseil d'administration sont déterminées par l'article 32 des statuts dont certains paragraphes sont ainsi conçus :

« Le Conseil a les pouvoirs les plus étendus pour la gestion et l'administration de toutes les affaires de la Compagnie. ..

« Il fait tous traités, transactions et compromis avec les administrations, les Sociétés ou les particuliers, aux conditions qu'il juge utiles aux intérêts de la Compagnie; il fait toutes acquisitions de biens meubles et immeubles, valeurs et créances appartenant à la Compagnie....

« Les pouvoirs ci-dessus ne sont qu'indicatifs et non limitatifs des droits du Conseil. »

Quoique cette rédaction semble lui donner les pouvoirs les plus étendus pour engager la Société, votre Conseil d'administration a désiré couper court à toute objection tirée d'une prétendue insuffisance de ses pouvoirs en en demandant de plus précis et de plus spéciaux à la situation particulière résultant de l'expiration prochaine de la durée de la concession. C'est pourquoi nous avons jugé nécessaire de vous réunir aujourd'hui en Assemblée générale extraordinaire.

Nous vous demandons, Messieurs, de préciser les pouvoirs de votre Conseil à l'effet de représenter et d'engager la Société pour toutes les opérations que peut entraîner l'expiration de notre concession : rachat dans les conditions de l'article 21 du cahier des charges; c'est-à-dire avec indemnité d'éviction et à dire d'experts en ce qui concerne l'outillage, — conventions avec la Ville pour le renouvellement de la concession, — conventions avec les autres secteurs ou des tiers en vue de la création d'une nouvelle Société au nom de qui la concession serait demandée, — cession amiable, à la Ville ou à des tiers, de tout ou partie de l'outillage mobilier et immobilier, etc.

Il ne nous est pas possible actuellement, Messieurs, de prévoir et par conséquent de vous indiquer quelle solution prévaudra, dans quel sens et dans quelle mesure votre Conseil d'administration sera amené à faire usage de tout ou partie des pouvoirs qu'il vous demande aujourd'hui de lui conférer; mais vous pouvez être assurés que nous ferons tous nos efforts pour sauvegarder de notre mieux les intérêts que vous nous aurez confiés.

Résolution votée a l'unanimité par l'Assemblée générale extraordinaire. — L'Assemblée, tout en confirmant expressément au Conseil d'administration les pouvoirs qu'il tient des statuts et notamment de l'article 32, lui confère, en tant que de besoin, toutes autorisations et tous pouvoirs nécessaires à l'effet de :

Suivre toutes négociations, donner tous consentements, prendre toutes dispositions en raison de l'expiration prochaine de la durée de la concession; — suivre, s'il y a lieu, toutes opérations relatives au rachat dans les conditions de l'article 21 du cahier des charges; — passer avec la Ville de Paris tous traités quelconques au sujet de l'exécution de la concession ou permission en vigueur ou de la conclusion de toute concession ou convention nouvelle, provisoire ou définitive, y compris, s'il y a lieu, la continuation de l'exploitation; — modifier les dispositions desdites concessions ou conventions; — faire toutes conventions réglant les relations de la Société avec la Ville, notamment prendre vis-à-vis de la Ville l'engagement de prolonger la durée de la Société; — participer à toutes adjudications :

Conclure avec les autres secteurs ou avec tous tiers et Sociétés créées ou à créer tous accords et conventions relatifs aux objets ci-dessus, y compris la création d'une ou plusieurs nouvelles Sociétés; — intervenir, par voie de souscription, apport, ou de toute autre manière, dans la création et le fonctionnement de ces Sociétés; — traiter avec la Ville de Paris ou avec tous tiers pour le compte et au profit de ces Sociétés en vue de l'organisation du régime futur, définitif ou transitoire, de l'électricité à Paris et de toutes questions s'y rattachant; — aliéner sous une forme quelconque au profit de la Ville ou de tous tiers ou Société quelconque créée ou à créer à toutes conditions que le Conseil jugera convenables, tout ou partie de l'actif, quelle qu'en soit l'importance, par voie de vente, cession, apport ou sous toute autre forme; — établir à cet effet toutes ententes et tous accords tant avec l'Administration qu'avec toutes Sociétés ou tous tiers qu'il appartiendra;

Prendre toutes délibérations, déléguer tels pouvoirs que bon semblera au Conseil, soit à l'un, soit à plusieurs de ses membres, passer et signer tous actes, traités et autres conventions et faire tout ce qui sera nécessaire.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

58457. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 359 — 10 Décembre 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE
ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
É. HOSPITALIER 212ter, boulevard Pereire. — Paris. TÉLÉPHONE 536-02	Paris et Départements : 24 francs par an. Union Postale : 26 francs par an.	9, rue de Fleurus, 9 Paris. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

INFORMATIONS

Résultats obtenus avec de nouvelles lampes à incandescence. — M. le professeur Teichmüller donne le tableau suivant concernant des lampes de 25 bougies Hefner (*Electrotechnische Zeitschrift*, 1906, n° 9) :

Désignation de la lampe.	Puissance en watts.	Durée utile en heures.	Prix de revient en centimes.	Consommation spécifique en watts par hefner.	Prix de revient spécifique en centimes abr 1000 hefners-heure.
Filament de charbon . . .	80	750	62,5	4,2	3,3
— — . . .	87,5	750	62,5	3,5	3,3
Lampe au tantale	44	1500	312,5	1,76	8,4
— —	44	1500	500,0	1,76	2,0
— à l'osmium.	37,5	2000	500,0	1,50	1,0
— au zircone charbon.	61	300	93,75	2,44	1,25
— —	25	800	457,5	1.00	2.19
— à filament métallique (de l'avenir)	12,5	1000	250,0	0.50	1,0

Le prix de revient spécifique est le quotient du prix de revient de la lampe par le produit des deux facteurs : nombre de bougies et durée utile de la lampe en heures. La lampe à filament métallique (de l'avenir) est celle du Dr Kuzel.

D'après l'étude de M. Teichmüller sur le prix de revient de la lampe-heure, ce serait la lampe à filament de charbon qui reviendrait le plus cher, dans le cas même où l'énergie électrique est bon marché.

Essais comparatifs de câbles isolés au caoutchouc et au papier. — Ces essais ont été entrepris par la Société Edison, de New-York. Le câble isolé au papier avait une longueur de 3335 m, celui isolé au caoutchouc 7540 m; chacun d'eux avait un conducteur en cuivre de 160 mm², et une épaisseur d'isolant de 8 mm. Les deux câbles ont été essayés avec du courant alternatif à 6400 v, à la fréquence 25. Le courant de charge pour le câble au papier était de 0,47 A, et pour le câble au caoutchouc, de 2,16 A; la puissance perdue dans le diélectrique était de 312 w dans le premier cas, et 4260 w dans le second, ce qui donne une perte de puissance linéaire

de 0,094 w par m pour le câble isolé au papier et 0,565 w : m pour celui isolé au caoutchouc.

Installations électriques en Suisse. — D'après la *Revue polytechnique* de Genève, une motion a été présentée, invitant le Conseil d'État du canton de Vaud à soumettre un projet de loi fixant les conditions à remplir pour pouvoir exercer la profession d'électricien et créant un diplôme spécial pour pouvoir exercer ces fonctions. La Commission a repoussé ce projet parce que l'examen nécessaire à l'obtention du diplôme demandé n'est guère possible. Elle reconnaît cependant qu'il y a quelque chose à faire dans le sens de cette motion.

Les installations électriques de l'hôtel Moserboden. — Le célèbre hôtel Moserboden situé à 1968 m au-dessus de la vallée de Kapsun, vient de faire ériger une station centrale.

La centrale contient deux turbines hydrauliques d'une puissance totale de 100 kw actionnant chacune directement une dynamo à 120 v; la hauteur de chute est de 110 m.

La puissance nécessaire pour l'éclairage de l'hôtel est de 19,8 kw; dans chaque cabinet de toilette sont installés des appareils pour chauffer l'eau, pour les fers à friser, etc.

La canalisation d'eau chaude de l'hôtel absorbe une puissance de 24 kw, la grande cuisine 27 kw, le four 12 kw, et la petite cuisine 15 kw, la buanderie et le séchoir, 19 kw.

Possibilité d'utilisation des flammes de König à la reproduction objective des radiogrammes. — Lorsqu'on a fait entrer un gaz, à travers un tube, dans une capsule fermée par une membrane et qu'on le laisse s'échapper à travers un autre tube, on modifie la vitesse d'écoulement du gaz par les vibrations qu'on communique à la membrane; aussi la hauteur des flammes allumées à l'embouchure du tube est-elle fonction de ces vibrations mêmes. C'est là le phénomène bien connu des *flammes de König*.

Pour démontrer la présence d'oscillations dans ces flammes, on se sert en général d'un miroir tournant ou de dispositifs stroboscopiques. Ces derniers permettent d'étudier avec plus de détails la forme des flammes oscillantes. Lorsqu'on veut fixer par une image objective la forme et la fréquence de ces vibrations, on les photographie sur une bande de papier se déroulant d'une façon appropriée.

On se sert des flammes de König pour démontrer la présence et pour étudier la fréquence des vibrations acoustiques. Par contre, ces flammes ne se prêtent point à l'étude de la forme des oscillations primaires ou de celles de la membrane.

M. K. Marbe a été conduit, par des recherches appartenant au domaine de la psychologie linguistique, à inscrire les oscillations de ces flammes par un procédé tout à la fois objectif, plus simple et moins coûteux que la photographie. Il fait passer à cet effet une bande de papier perpendiculairement au diamètre d'une flamme produisant de la suie; celle-ci laisse alors sur le papier des taches de suie correspondant à la forme des oscillations. Un diapason à 300 vibrations était disposé sur une boîte en bois ouverte d'un côté et présentant du côté opposé un trou circulaire sur lequel la capsule de König était appliquée, la membrane se trouvait immédiatement au-dessus de l'ouverture. Un rouleau horizontal à bande de papier était disposé à quelques cm au-dessus de la pointe de la flamme.

Tant que le papier se déroule à une vitesse convenable, le diapason au repos, on a obtenu une bande simple de couleur grise. Dès que le diapason vibre, l'inscription change de caractère, les pointes des languettes étant orientées suivant la direction du mouvement du papier. Ces languettes représentent les images d'une partie de l'enveloppe lumineuse de la flamme.

L'auteur a réussi à transmettre les vibrations d'une membrane téléphonique à une flamme de König et à l'enregistrer d'après le procédé qu'on vient de décrire, en remplaçant la membrane employée dans la première expérience par une membrane téléphonique, mise en vibrations par le courant alternatif municipal. D'autre part, il évalue la fréquence de ce courant au moyen de deux flammes, reliées respectivement à membrane du téléphone et au diapason.

Or, l'idée se présente spontanément de transmettre la voix humaine à la membrane et de la fixer graphiquement d'après cette même méthode, la membrane étant, comme d'ordinaire, reliée à un microphone. Le même procédé se prête même à l'analyse de mots complets.

Le procédé de M. Marbe est, semble-t-il, appelé à donner lieu à d'intéressantes découvertes dans le domaine de l'Acoustique, ainsi que dans celui de la Phonétique. L'auteur étudie en ce moment la construction d'un appareil qui permettrait d'enregistrer graphiquement les hauteurs de sons formant un discours suivi. Cet appareil, qui sera combiné à un compteur marquant sur le papier les dixièmes de seconde, sera employé pour des recherches statistiques sur la *mélodie de la parole humaine*, recherches dont l'idée formait le point de départ du présent travail et qui seront d'autant plus intéressantes qu'on manquait jusqu'ici d'un moyen de se procurer des inscriptions phonétiques étendues et nombreuses.

D'autre part, le nouveau procédé se prêtera à des applications d'un ordre purement technique, dans la télégraphie transatlantique par exemple, où il remplacera avantageusement le « siphon recorder » par les inscriptions graphiques des vibrations d'une membrane.

Dans la télégraphie sans fil, on se voit parfois dans la nécessité de transmettre les oscillations électriques à des membranes téléphoniques et, par là, à l'oreille humaine. Or, la combinaison du téléphone à un appareil construit suivant le principe de M. Marbe permettrait la *reproduction objective des radiogrammes*, et c'est à ce point de vue spécial que les recherches de M. Marbe présentent un intérêt pour les électriciens.

Houille noire et houille blanche. — Le journal *La Houille blanche* annonce sous ce titre, qu'une assemblée des actionnaires des mines de Ronchamp s'est réunie dernièrement et a décidé la création à cette mine d'une station d'énergie électrique.

Voici l'économie de ce projet. La houille de Ronchamp, malgré les lavages, ne peut lutter avec les houilles du Nord et de Westphalie. D'autre part une Société vient d'être fondée pour l'exploitation de la chute du Refrain sur le Doubs, et pour la distribution de l'énergie électrique dans les arrondissements de Belfort et de Montbéliard. Cette installation enlèvera certainement des clients à Ronchamp.

La direction des mines de Ronchamp a fait le raisonnement suivant : D'une part nous avons comme résidus des lavages, des déchets en quantités considérables que l'on ne peut vendre, mais qui cependant pourraient être brûlés dans des foyers spécialement aménagés. D'autre part, malgré les lavages, une certaine partie de la houille contient encore trop de cendres pour être transportée. Nous allons donc tâcher de brûler sur place les produits inférieurs et vendre de l'énergie électrique.

Le projet a été adopté presque à l'unanimité des actionnaires. Pour sa réalisation il sera émis des obligations jusqu'à concurrence de 3 millions, au fur et à mesure des besoins et des conditions à déterminer par le Conseil d'administration.

Ajoutons que Ronchamp s'est entendu avec la Société du Refrain pour ne pas se faire concurrence, et de s'entraider au point de vue de la fourniture d'énergie. En cas de manque d'eau, Ronchamp enverra de l'énergie au réseau du Refrain qui lui rendra quand il aura surabondance d'énergie.

C'est le premier essai de production directe d'électricité par une mine : et il sera très intéressant d'en enregistrer les résultats.

La transmission électrique des images photographiques. — La presse quotidienne a toujours la primeur des informations sensationnelles, et il semble bien qu'en l'espèce elle doive être aussi la première à mettre à profit la réalisation, qu'elle annonce, du problème de la transmission à distance des images photographiques. Nous préparons sur cette intéressante solution du Dr Korn une étude que nous espérons présenter d'ici peu à nos lecteurs.

Nous nous bornerons donc à indiquer en peu de mots le principe de la méthode, qui repose, comme le photophone de Bell, sur les variations de sensibilité à la lumière d'un élément de *sélénium*, qu'une coquille de journal, non dénuée d'à propos en l'espèce, métamorphose en *téléniuın*! L'élément transmetteur soumis à la lumière d'une source filtrée à travers la pellicule portant la photographie à transmettre, commande à distance le galvanomètre récepteur disposé de manière à diaphragmer plus ou moins le pinceau éclairant transmis d'une source lumineuse à la plaque photographique réceptrice. Nous ferons très prochainement connaître à nos lecteurs l'état de cette intéressante question, en attendant l'occasion de leur signaler les expériences dont elle ne manquera pas d'être l'objet en France.

Nouvel accumulateur Edison. — Le nouvel accumulateur Edison, au cobalt, aurait réalisé en Amérique, disent les journaux d'Outre-mer, des progrès inattendus et même, pour nous Européens, un peu improbables encore : Une réduction du poids spécifique dans la proportion de 3 à 1.

Une durée de 3 à 5 fois plus grande.

Une robustesse qui défie tous mauvais traitements du conducteur ou chauffeur : car il s'agit surtout, vous le devinez bien, de l'application particulière la plus difficile des accumulateurs — l'application générale à la traction, de la suppression des moteurs primaires à essence ou vapeur, de la suppression même des tramways électriques à trolley, etc.

Attendons les détails et ne préjugeons pas!

Les usines hydraulico-électriques de la Ligurie. — Les installations dans les Apennins, dans un rayon de 50 km autour de Gênes, se répartissent comme il suit :

Bormida 5300 kw, Orba-Malore 4400, Orba-Voltri 11 000, et Avento (trois usines) 40 000, au total 60 700 kw. On a aménagé deux bassins de retenue pour les installations d'Avento, dans le nord des Apennins, l'un de 54 000 000 de m³, l'autre de 10 000 000 de m³, le second réservoir servant de compensateur dans le cas de hautes eaux. Un tunnel de 4 km de longueur relie ces bassins à la première usine. La chute est respectivement de 380, 200 et 180 m pour chacune des trois usines.

L'usine d'Isola sur l'Enzo a une puissance de 8000 kw avec une chute de 380 m, elle dessert au moyen de canalisations à 33 000 v, les deux villes de la Spezzia et de Parme, éloignées respectivement de 45 à 60 km de la centrale.

La production du cuivre aux États-Unis en 1906. — D'après l'*Electrical Review* de New-York, la production du cuivre aux États-Unis a été de 450 000 tonnes en 1906 contre 405 000 en 1905, soit en augmentation de 11 pour 100.

On a importé 106 000 tonnes provenant principalement du Mexique (50 000 tonnes) et exporté 225 000 tonnes, de sorte que l'on en a consommé 225 000 tonnes en Amérique.

Énergie hydraulique en Norwège. — L'*Elektrotechnik und Maschinenbau*, du 14 octobre, annonce que le Gouvernement norwégien a décidé d'utiliser les chutes existantes d'une puissance d'au moins 2200 kw. La puissance totale ainsi disponible s'élèvera à 900 000 kw dont 400 000 seront utilisés de suite. On exploitera peu à peu électriquement les principales lignes de chemins de fer.

L'énergie hydraulique au Japon et en Corée. — On estime à 750 000 kw la puissance totale des chutes d'eau du Japon, dont plus de 100 sont déjà en exploitation. Parmi celles-ci on peut citer l'usine de Kyoto avec un canal d'amenée de plus de 11 km, qui a une puissance de 3500 kw sous une chute de 33 m; l'usine de Tokio sur le Tamawaga, d'une puissance de 20 000 kw avec transport à 40 000 v à une distance de 40 km. On doit ériger entre Kyoto et Osaka distantes de 60 km, une usine de 32 000 kw.

Pour l'exploitation de nombreuses mines en Corée, où l'exploitation se faisait au moyen de vapeur obtenue en brûlant du bois, on doit créer une usine de 500 kw à 13 000 v, avec une chute de 33 m.

L'électricité au Japon. — L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* du 18 novembre donne les renseignements suivants sur l'état de l'industrie électrique au Japon, en 1905.

D'après les statistiques, les importations du Japon se répartissent comme l'indique le tableau suivant, entre les divers pays :

INDICATION DES PAYS PRODUCTEURS.	MOTEURS ÉLECTRIQUES EN FR.	CHAUDIÈRES ET MACHINES A VAPEUR EN FR.	VOITURE MOTRICES ÉLECTRIQUES EN FR.	CABLES TÉLÉGRAPHIQUES EN FR.
Allemagne. . . .	400 000	134 300	»	101 200
France.	»	52 100	»	58 400
Angleterre. . . .	1 017 000	3 945 000	600 560	6 000 000
États-Unis	4 463 500	2 146 000	662 600	»
Pays divers. . . .	12 600	41 500	10 200	670
TOTAUX . . .	5 892 600	6 318 900	1 273 400	6 166 270

Il y a 18 entreprises de tramways, d'une longueur de 210 km, avec 344 km de longueur de rails; 350 km sont en construction. Le matériel roulant se compose de 1169 voitures, qui ont transporté 124,5 millions de voyageurs; les recettes brutes ont été de 9,97 millions de francs. La moyenne des dividendes a été de 5,74 pour 100 contre 4,36 pour 100 en 1903. Quelques entreprises ont donné jusqu'à 15 pour 100.

Les lignes télégraphiques ont une longueur de 30 240 km; la longueur totale des fils est de 102 000 km.

Le nombre des télégrammes a été de 21,25 millions. Les réseaux téléphoniques de l'État comprennent 29 villes; ils ont un développement de 5222 km, et une longueur de fils de 726 200 km; le nombre des conversations a été de 148,5 millions.

Le tableau suivant indique le mode de commande et la puissance des diverses fabriques :

MODE DE COMMANDE.	NOMBRE DE FABRIQUES.	NOMBRE DE MOTEURS.	PUISSANCE TOTALE EN PONCELETS.
Moteurs à vapeur.	2221	3582	70 000
— hydrauliques.	849	1068	1 550
— à pétrole	222	280	909
— électriques.	117	170	2 650
— électriques et à vapeur	87	615	32 500

La ligne de Porto-Ceresio à Lugano. — On sait, par la description que nous en avons donnée, que le réseau de la Méditerranée comporte encore des lignes en projet, parmi lesquelles celle qui doit relier Porto-Ceresio à Laveno et Ponte-Tresa et facilite ainsi les communications avec Lugano.

Les projets viennent d'être soumis au Gouvernement, et le

Conseil municipal de Varèse vient d'en encourager la réalisation en votant un crédit de 50 000 fr pour les travaux et en demandant que la douane internationale soit maintenant transférée à Varèse. Il se montre également favorable à la construction d'une ligne pour traction automobile de Milan à Varèse, demandée également par le Touring-Club de Milan.

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Argentat (Corrèze). — *Éclairage.* — Après avoir eu à surmonter de graves difficultés, la question de l'éclairage de la ville d'Argentat vient d'entrer dans une phase nouvelle et intéressante pour les électriciens.

Tout d'abord l'éclairage par le gaz acétylène fut mis en branle, mais on démontra vite les graves inconvénients que cette lumière présentait, les véritables dangers qui pouvaient en résulter; d'autre part, la commune ne voulant en aucune façon prendre à sa charge la direction d'une telle affaire, l'acétylène fut mis à l'écart et seul l'éclairage par l'électricité porté à l'ordre du jour.

La Commission nommée à cet effet se mit alors en rapport avec de nombreuses Sociétés et ingénieurs sans toutefois trouver une prompte solution. Seul M. Veaux, de Terrasson, accepta les conditions qui étaient celles de se rendre concessionnaire de l'éclairage moyennant une prime annuelle payée par la commune pour les lampes municipales publiques. Une fois le traité conclu, M. Veaux se mit à l'œuvre, lorsqu'en cours de travaux il trouva à céder avec bénéfice sa concession à MM. Lalue et Mondot, de Brive.

Avec la nouvelle raison sociale l'affaire changea de phase et fut prise sur une échelle beaucoup plus vaste avec l'assurance d'une installation supérieure. Quelques mois après, l'usine de la Veyssière où est prise la chute d'eau était terminée, ainsi que tous travaux ayant trait à l'installation définitive.

Argenton (Creuse). — *Station centrale.* — Le Conseil municipal de la ville d'Argenton a accordé au début de cette année, à M. Mignot, entrepreneur électricien à Limoges, une concession pour la distribution de l'énergie électrique dans cette ville.

Après avoir rempli les diverses formalités administratives inhérentes à ces deux concessions, le concessionnaire a fait commencer, il y a environ un mois, les travaux de construction de l'usine génératrice, qui sont actuellement poussés avec la plus grande activité.

L'énergie sera produite au moyen d'une chute d'eau obtenue par la construction d'un barrage sur la Creuse, dans la commune du Pin, immédiatement au-dessus du ruisseau de Châtillon.

Cette usine comprendra deux turbines de 90 poncelets chacune et une de 45 poncelets. Elle pourra donc produire une puissance totale de 225 poncelets. Il a été, en outre, prévu l'installation d'un moteur thermique de secours d'une puissance de 75 poncelets pour parer à l'insuffisance de l'eau en cas d'extrême sécheresse.

Les dispositions qui ont été prises sont telles que dans tous les cas, qu'il s'agisse de crues exceptionnelles ou de sécheresse, la fourniture du courant sera assurée aux abonnés d'Argenton.

Ces derniers vont ainsi bénéficier de tous les progrès qui ont été accomplis jusqu'à ce jour dans l'industrie électrique.

Mâcon. — *Station centrale.* — Il serait question de doter les villes de Bourg, Villefranche et Mâcon, d'un réseau de distribution d'énergie électrique utilisant deux chutes sur l'Ain.

La première, dite « chute de Cize », est la plus importante. Elle sera obtenue au moyen d'un barrage et d'une dérivation de la rivière qui aura son origine en amont du chemin de fer de Bourg à Bellegarde. Elle traversera la voie ferrée et se terminera à l'autre extrémité de la boucle que l'Ain forme à cet endroit.

Le barrage de prise d'eau aura une hauteur de 4 m au-dessus de l'étiage, et une hauteur totale maxima de 5,30 m; il sera assis rive droite sur des terrains communaux de Corveissiat et rive gauche sur des terrains communaux de Granges.

Le canal d'amenée sera entièrement souterrain; il pénétrera dans des éboulis, atteindra le massif rocheux et enfin sortira à nouveau dans des éboulis pour aboutir à l'usine hydraulique projetée, au territoire de la commune de Bolozon. La longueur totale du souterrain sera de 485 m.

La différence du niveau d'amont au niveau d'aval créé par ce barrage et cette dérivation sera de 8,55 m.

L'usine sera placée tout à fait au bord de l'Ain; elle formera l'un des côtés du réservoir de distribution qui terminera le canal d'amenée.

Le bâtiment est prévu pour renfermer six groupes électrogènes; sa longueur sera de 32 m et sa largeur de 10 m.

Il sera prolongé à son extrémité sud par un pavillon de 10 m sur 10 m à deux étages, qui servira de logement au personnel.

Chacune des six turbines pourra fournir une puissance d'au moins 550 poncelets et débitera 6000 litres sous une chute de 8,30 m; la vitesse de ces turbines sera de 250 tours par minute. Il y aura en outre deux turbines de 100 poncelets dont une de rechange pour l'excitation et l'éclairage de l'usine.

La puissance de l'usine génératrice, si on la suppose absorbant les 30 m^3 par minute que peut fournir le canal d'amenée, sera donc au total d'environ 1850 poncelets mesurés sur l'arbre des turbines.

La deuxième chute, dite de « Granges », sera située au lieu dit « La Leschère », à 1500 m au-dessus du village de ce nom et à 5 km au-dessus du barrage précédent. Elle sera réalisée par la construction d'un barrage de 4 m au-dessus de l'étiage, assis rive droite au territoire de Saint-Maurice-d'Echazeaux et rive gauche au territoire de Granges. L'usine hydraulico-électrique à établir sera placée sur la rive gauche, à environ 450 m en aval du barrage; les eaux lui seront amenées par un canal à ciel ouvert.

La différence du niveau d'amont au niveau d'aval sera au total de 4,50 m. Il est probable que la réserve créée par la construction de ce deuxième barrage ne sera, dans les débuts, utilisée que comme réservoir; mais l'usine sera ensuite équipée dès que le besoin s'en fera sentir, et elle fonctionnera comme usine de secours.

Cette usine, comme l'autre, sera placée tout à fait sur le bord de l'Ain et formera l'un des côtés du réservoir de distribution qui termine le canal d'amenée.

Le bâtiment est prévu pour renfermer 5 groupes électrogènes; sa longueur sera de 28 m et sa largeur de 12 m.

Il y aura 5 turbines de 240 poncelets débitant chacune 7550 litres sous une chute de 4,25 m; leur vitesse sera de 70 tours par minute.

La puissance de cette usine de secours est évaluée à 950 poncelets environ.

Nous ajouterons qu'à l'usine hydraulico-électrique de Cize sera jointe une usine électrogène mue par la vapeur pour parer à l'insuffisance du débit de l'Ain qui pourrait être constatée quelques jours par an.

SUR LA PRODUCTION

DES

ONDES ÉLECTRIQUES PERMANENTES

DE TRÈS GRANDE FRÉQUENCE

ET LEUR APPLICATION A LA RADIOTÉLÉGRAPHIE

SYSTÈME VALDEMAR POULSEN

M. Valdemar Poulsen, dont le télégraphone a popularisé le nom dans le monde électrique, vient d'ajouter un nouveau fleuron à sa couronne scientifique par d'importants et remarquables travaux relatifs à la production de courants alternatifs *permanents* (¹) de très grande fréquence et leur application à la télégraphie sans fil par syntonisation

Il nous a paru intéressant de résumer ici ces très importantes études, qui ouvrent une voie nouvelle aux applications des ondes électriques permanentes de grande fréquence, d'après une communication présentée par l'auteur à la *Société électrotechnique* de Berlin, le 23 octobre dernier, et publiée par l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 8 novembre.

C'est en 1899 que M. Duddell a, pour la première fois, réalisé l'arc musical et créé ainsi le premier générateur de courants alternatifs de grande fréquence (fig. 3), en shuntant un arc alimenté par un courant continu par une dérivation dans laquelle étaient intercalées une capacité et une self-induction couplées en tension. Il a pu atteindre ainsi des fréquences comprises entre 30 000 et 40 000 périodes par seconde, mais ces courants étaient d'une faible intensité efficace et d'une trop basse fréquence pour être applicables à la télégraphie sans fil.

Le progrès réalisé par M. Poulsen a consisté à transformer l'arc musical de Duddell en un puissant générateur d'ondes électriques permanentes, dont la fréquence peut atteindre et dépasser *un million* de périodes par seconde, et la puissance moyenne 1 *kilowatt*. Ce résultat a été obtenu en faisant jaillir l'arc dans l'hydrogène ou

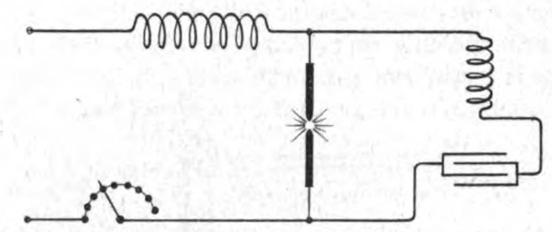


Fig. 3. — Production d'une onde permanente de grande fréquence par l'arc chantant de M. Duddell.

dans un milieu plus ou moins hydrogéné (gaz d'éclairage, éther, alcool, ammoniaque, etc.) (fig. 4). Ce milieu a pour effet d'augmenter la fréquence des oscillations, et l'on peut attribuer cette action aux propriétés refroidissantes de l'hydrogène. Cependant l'azote et d'autres gaz produisent une élévation de fréquence de l'arc mu-

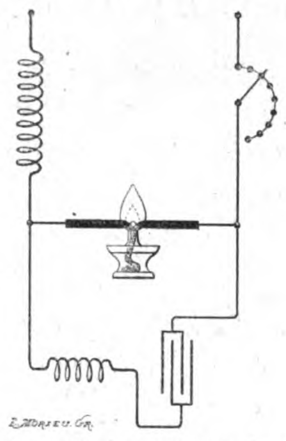


Fig. 4. — Générateur d'ondes permanentes à grande fréquence de M. Poulsen.

sical, comparée à celle obtenue dans l'air. Il semble donc que l'oxygène est le gaz nuisible, soit parce qu'il provoque l'échauffement des électrodes par combustion, soit par un amortissement mécanique spécial dû aux réactions chimiques, soit pour les deux causes réunies, sans parler des effets d'ionisation.

En faisant jaillir l'arc dans un champ magnétique transversal, on augmente la tension qu'il peut supporter pour une distance d'électrodes donnée (440 volts pour un arc de 3 mm) (fig. 5). Sa position par rapport aux

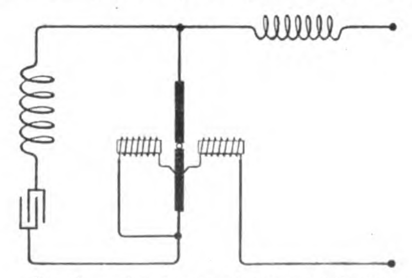


Fig. 5. — Arc dans un champ magnétique.

électrodes est mieux définie, et l'on peut ainsi augmenter

(¹) Nous opposons ici le mot *permanent* au mot *amorti*, les appareils de grande fréquence ne produisant que des ondes *amorties*

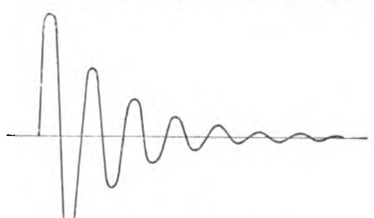


Fig. 1. — Onde oscillante.

de courte période, des ondes *oscillantes*, mais non *permanentes*,



Fig. 2. — Onde permanente.

c'est-à-dire constantes en amplitude et en fréquence (fig. 1 et 2).

la puissance mise en jeu. Pour produire ce champ, il est commode d'employer un électro-aimant dont l'enroulement est intercalé en série dans le circuit reliant l'arc à la source du courant continu qui l'alimente.

Le résultat est encore amélioré en refroidissant l'anode, et en la constituant par un tube de cuivre refroidi par un courant d'eau (fig. 6). Dans ces conditions, l'usure

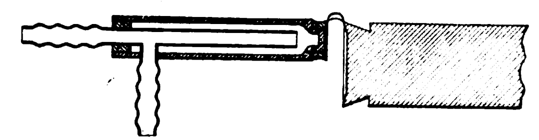


Fig. 6. — Électrode en cuivre refroidi.

de la cathode est insignifiante, et l'arc peut être maintenu pendant longtemps au point où il jaillit en imprimant un lent mouvement de rotation à la cathode.

L'arc jaillit entre des électrodes horizontales et est soufflé par l'électro-aimant, de façon à se maintenir à la partie supérieure (fig. 7). Le diamètre du charbon peut



Fig. 7. — Arc horizontal soufflé.

être considérable et la vitesse de rotation telle que la vitesse périphérique ne dépasse pas 6 mm par minute. Les charbons sont remplacés après un tour ou taillés pendant leur rotation.

L'arc est enfermé dans une enceinte réfractaire telle que du marbre; le gaz lui arrive par la partie inférieure ou par un conduit percé dans l'anode. Un mélange d'hydrogène et de gaz de ville donne de meilleurs résultats que l'hydrogène pur. En pratique, on emploie le gaz de ville ou de l'hydrogène carburé par son passage à travers du naphte.

Le rapport de la puissance des oscillations permanentes à la puissance continue fournie au système diminue lorsque la fréquence augmente. Pour une fréquence donnée, ce rapport augmente jusqu'à un certain point avec l'amortissement et décroît ensuite. La puissance oscillante augmente avec l'intensité du courant, mais seulement jusqu'à un certain point, ce qui s'explique si l'on tient compte de ce que l'arc est la partie dans laquelle se produit la transformation, et que sa résistance doit être grande en comparaison de celle du circuit oscillant. On ne peut donc accroître la puissance qu'en couplant plusieurs arcs en série ou en parallèle mais en pratique, il suffit d'un seul arc pour effectuer les transmissions radiotélégraphiques aux plus grandes distances.

Avec une différence de potentiel de 440 volts, M. Poulsen a obtenu, avec un seul arc, une puissance oscillante permanente de 1200 watts à la fréquence de 160 000 périodes par seconde et 900 watts à la fréquence de 240 000 périodes par seconde.

C'est en utilisant ces générateurs d'oscillations permanentes que M. Poulsen, avec le concours d'un physicien danois, M. P.-O. Pedersen, a appliqué cette nouvelle méthode à la télégraphie sans fil, par des procédés dont les principales caractéristiques sont le mode de couplage et la qualité de l'émission.

Pour le couplage, on emploie les mêmes méthodes que celles usitées dans la télégraphie sans fil par étincelles.

On peut utiliser l'antenne, soit comme constituant une partie du circuit oscillant, les oscillations se produisant directement sur l'antenne, soit par induction.

Dans la télégraphie par étincelles, le syntonisme ne peut être réalisé que par induction, mais le rendement du transformateur limite son emploi. Avec des ondes permanentes, on obtient des résultats également bons par l'émission directe (fig. 8) ou par l'émission par transformateur.

Le caractère des signaux transmis peut être modifié de

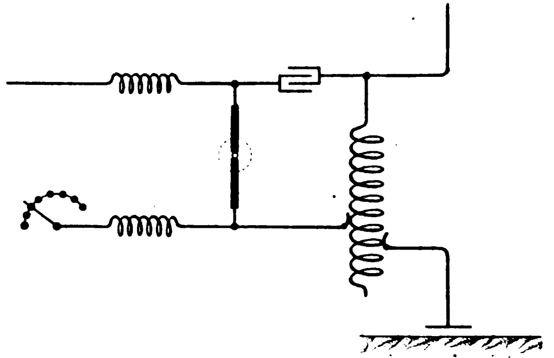


Fig 8. — Transmetteur Poulsen à connection directe avec l'antenne.

plusieurs façons. Le procédé qui consiste à modifier la longueur d'onde des émissions doit être abandonné en principe, car il implique la nécessité de caractériser chaque station par deux ondes, ce qui réduit de moitié le nombre des stations possibles dans une région donnée.

Une bonne méthode est celle dans laquelle la clef de manœuvre met en connection l'antenne et sa capacité d'équilibre avec le générateur d'ondes oscillantes permanentes. Pour conserver, dans ces conditions, un contrôle positif sur le fonctionnement du générateur, il faut que la clef, lorsqu'elle retire l'antenne du circuit oscillant, y introduise en même temps un circuit oscillant d'un faible pouvoir émissif, mais de même fréquence et de même degré d'amortissement que l'antenne, afin que le régime oscillant se conserve.

Une autre méthode consiste à faire agir la clef pour mettre en court-circuit une résistance intercalée, soit dans le générateur, soit dans le système de l'antenne, résistance assez grande pour détruire les oscillations. Cette méthode très simple permet une télégraphie rapide et ne produit sur la clef de manœuvre que des étincelles microscopiques à chaque rupture du circuit.

Les étincelles à la clef sont faibles parce que, dans ce système, la puissance instantanée mise en jeu est très faible comparée à celle des autres systèmes à oscillations intermittentes.

On peut encore transmettre en introduisant de l'amor-

tissement, en éteignant et en rallumant l'arc à chaque signal, ou en modifiant sa longueur de façon à la faire passer d'une valeur active à une valeur inactive, en changeant l'intensité du champ magnétique qui dirige l'arc, en changeant l'écoulement du gaz, etc.

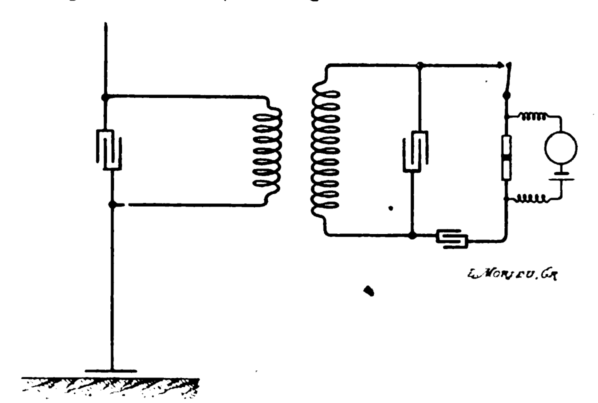


Fig. 9. — Couplage de principe du récepteur par induction.

En ce qui concerne le récepteur, on a intérêt à utiliser, en principe, tout système basé sur la résonance (fig. 9), mais il faut que l'amortissement soit le plus petit possible, et par suite le couplage avec l'antenne aussi peu établi que possible.

Grâce à la continuité ou permanence de production des ondes qui frappent le récepteur et l'entretiennent en vibration, il est possible de n'introduire l'indicateur d'ondes dans le circuit oscillant que par intermittences, ce qui supprime l'amortissement occasionné par sa présence continue dans le circuit. Par cet artifice, le circuit oscillatoire du récepteur peut ainsi vibrer sans amortissement, tandis que l'indicateur d'onde inséré pendant un temps très court peut utiliser la vibration permanente régulièrement établie.

Après un temps très court, lorsque la perturbation produite par l'insertion de l'indicateur d'onde a cessé et que le système est de nouveau en vibration régulière, le détecteur d'onde est de nouveau inséré pendant un temps très court et ainsi de suite. La répétition de ces opérations peut se faire avec une grande rapidité, et si le détecteur est une cuve électrolytique (fig. 10), un élément thermo-électrique (fig. 11) ou un dispositif bolométrique (fig. 12) relié à un téléphone, celui-ci produit une note aiguë.

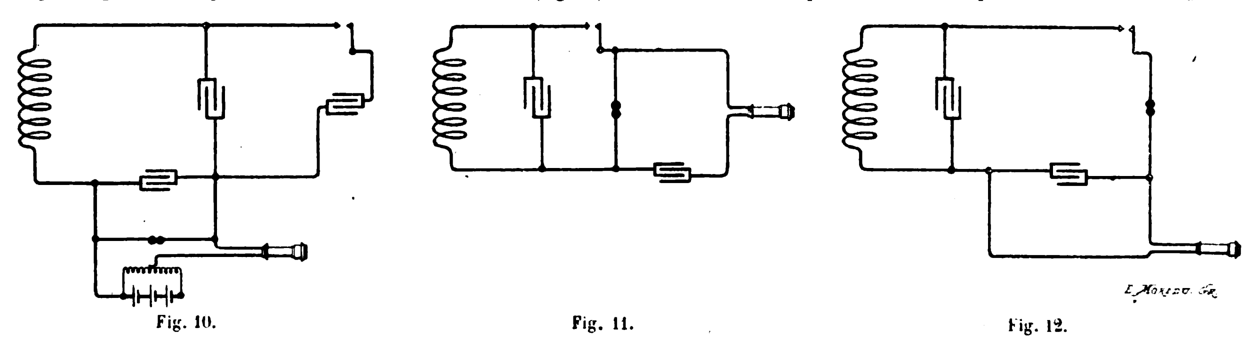


Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

L'appareil insérateur (*Tikker*) peut être constitué par un petit interrupteur électromagnétique ou une roue dentée sur laquelle vient frotter un ressort.

Le procédé qui se recommande par sa simplicité et par sa sécurité de fonctionnement est constitué par un circuit oscillant dont le condensateur ou la self-induction est périodiquement fermée sur un circuit constitué par un condensateur et un téléphone montés en dérivation (fig. 13).

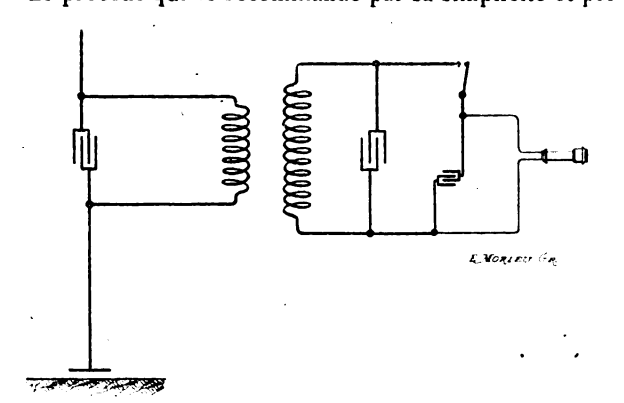


Fig 13. — Récepteur téléphonique de Poulsen avec « *Tikker* ».

Le dispositif employé par M. Pedersen (fig. 14) est plus spécialement étudié pour fonctionner avec un cohéreur et un appareil Morse. Dans ce dispositif, le circuit oscillant est périodiquement rompu et établi par le « *Tikker* », et l'indicateur d'ondes est simultanément soumis à l'énergie cinétique du système.

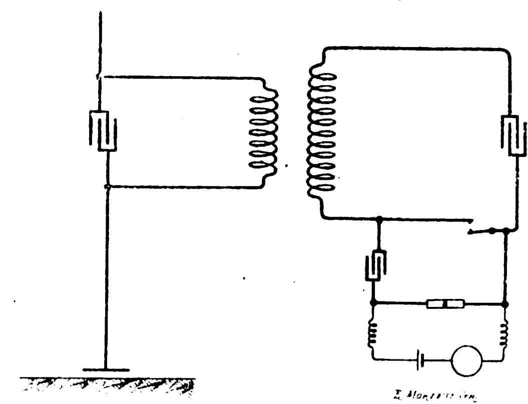


Fig. 14. — Récepteur de Pedersen avec « *Tikker* ».

D'autres dispositifs possibles du système sont représentés figures 15, 16 et 17. Dans ces dispositifs pour lesquels les détecteurs sont un couple électrolytique, une

pile thermo-électrique ou un bolomètre (fig. 15, 16 et 17), le circuit oscillant présente un très faible amortissement et est complètement séparé, au point de vue électrique, du circuit récepteur, les liaisons de ces deux circuits étant purement électromagnétiques. C'est dans le second circuit induit qu'est disposé le « *Tikker* » chargé de faire vibrer le téléphone récepteur.

En résumé, tous ces dispositifs récepteurs sont carac-

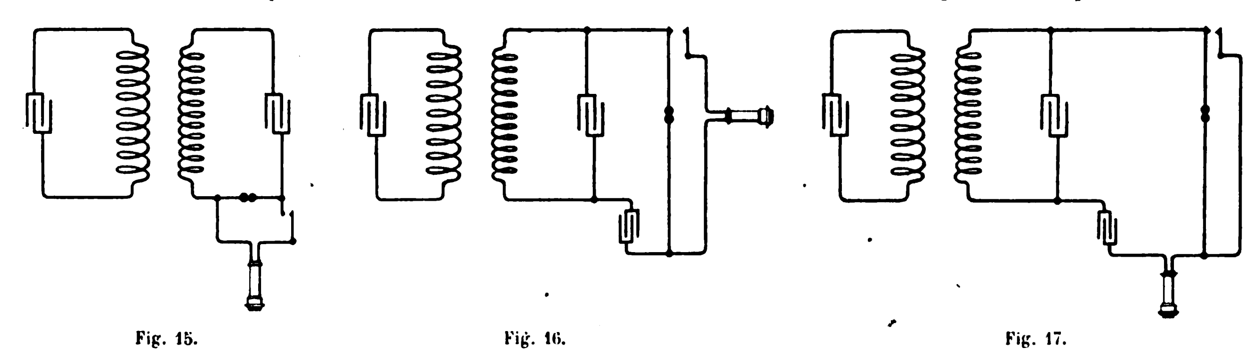

Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17.

Fig. 15, 16 et 17. — Couplages de détecteurs électrolytiques, thermo-électriques ou bolométriques avec « *Tikker* » et récepteur téléphonique.

térisés par le très faible amortissement du circuit secondaire et la possibilité, qui en est la conséquence, de ne pas avoir de liaison électrique directe avec l'antenne.

L'auteur signale en terminant que la révolution apportée par sa méthode à la télégraphie sans fil ne fait pas appel à l'œil. Le mât et l'antenne sont conservés, mais l'étincelle bruyante du transmetteur est remplacée par un arc silencieux.

La syntonisation peut être réalisée *au centième*, c'est-à-dire que si deux stations A et B peuvent communiquer en utilisant une longueur d'onde de 600 m, deux stations voisines C et D pourront communiquer en utilisant une longueur d'onde de 606 m, et les signaux émis seront recueillis là où ils doivent l'être.

En employant trois récepteurs reliés à une même antenne, on a pu recevoir trois messages différents par cette antenne, avec des longueurs d'onde différant entre elles de 3 à 4 centièmes.

Comme les générateurs peuvent produire des ondes dont la longueur est comprise entre 300 et 3000 m, cela indique qu'on pourra envoyer plusieurs centaines de dépêches simultanément dans une même région sans produire d'interférences.

Il conviendra seulement de réserver les ondes de faible longueur pour les faibles distances et les ondes de grande longueur pour les grandes distances, puisque les grandes ondes correspondent aux plus grandes puissances mises en jeu.

En mai 1905, la première station établie à Lyngby a permis de transmettre par ce système, à une distance de 15 km, puis à 45 km. Une seconde station établie à Esbjerg a permis de télégraphier à 300 km de distance à travers le Danemark, en dépensant 700 watts dans l'arc, et en produisant une puissance de 100 watts en oscillations permanentes.

La différence de potentiel entre l'antenne et la terre s'est élevée à 2000 volts et la longueur d'onde a varié entre 750 et 1000 m.

En augmentant l'intensité du champ magnétique du transmetteur d'ondes, on a pu obtenir une puissance d'ondes permanentes égale à 400 watts en consommant 2800 watts et une force électromotrice de 240 volts.

En résumé, le système de MM. Poulsen et Petersen permet la syntonisation et l'accroissement considérable du nombre des stations de télégraphie sans fil fonctionnant dans une même région; il réduit la tension sur l'antenne et l'influence des décharges électriques.

L'auteur laisse entrevoir enfin la possibilité d'appliquer le principe des ondes permanentes à la téléphonie sans fil, mais c'est là un progrès réservé à l'avenir.

É. H.

PERMUTATRICES POUR TRACTION

SYSTÈME ROUGÉ ET FAGET

La Société égyptienne d'Électricité avait exposé dans son stand à l'Exposition de Milan une machine intéressante par sa nouveauté et par ses applications; et, comme nous avons lu avec plaisir, et croyons-nous avec fruit, la note descriptive par laquelle elle la présentait au jury, sous le nom de *permutatrice pour traction*, nous ne songerons pas à lui faire grief de ce qui nous paraît être l'application trop particulière d'un titre trop général. Les permutatrices Rougé-Faget déjà décrites dans nos colonnes pourraient, en effet, se parer aussi de cette épithète, puisqu'elles concurrencent les commutatrices dans la constitution de sous-stations de traction, transformant le courant alternatif et distribuant le courant transformé, sous forme de courant continu à 500 v par exemple, à une ligne alimentant des tracteurs : C'était le cas même d'une des *permutatrices Rougé et Faget*, en service à l'Exposition de Milan, où elle transformait le courant alternatif triphasé à 320 v en courant continu à 500 v, alimentant la *Filovia*, entreprise de traction par automobiles électriques un peu analogue à celle du genre Lombard-Gerin.



Les fonctions des deux classes de machines sont pourtant très différentes, et non moins différentes leurs caractéristiques de construction. La permutatrice de sous-station livre en gros aux consommateurs le courant qu'elle a transformé, tandis que la nouvelle venue, dénommée permutatrice pour traction, le produit à la demande du consommateur quand celui-ci est un tracteur muni, comme il convient, de moteurs à courant continu. Qu'aucun autre moteur ne trouve grâce sur un tracteur aux yeux de la Société égyptienne d'Électricité, c'est la marque d'une intolérance qui n'est pas dénuée de tout motif plausible; mais que la traction soit la seule application possible de leur nouvelle machine, cela peut paraître une trop modeste revendication, qui fera juger trop particulière l'épithète que nous déclarions tout à l'heure trop générale.

Peut-être l'épithète imagée de *permutatrice différentielle* s'y pourrait-elle appliquer mieux qu'une autre, si on se gardait d'y attacher le sens d'une identité inexistante en fait, et d'oublier les différences qu'on reconnaîtra entre les deux machines. Dans le domaine de la traction où cette machine fait une entrée sensationnelle, elle se présente comme l'auxiliaire du moteur à courant continu dans sa lutte contre les moteurs à courants alternatifs de tous systèmes, une nouvelle incarnation des idées de MM. Ward-Leonard et Mazen, les premiers, croyons-nous, des chercheurs nombreux qui ont prêté leur concours au moteur à courant continu en le prenant tel que l'industrie le produit, avant ceux qui, plus récemment, l'ont modifié et ont élevé la tension pour en étendre le champ d'application, comme Siemens, Rieter, Thury, etc.

Dans le concours nouveau que vient de recevoir le moteur à courant continu, nous devons reconnaître l'effort et l'aptitude toute particulière à se plier aux exigences de la traction des chemins de fer, en surmontant les plus graves objections qu'on ait faites à l'emploi des locomotives électriques jusqu'à ce jour proposées.

Mais nous aurons l'occasion d'y revenir et nous terminerons ce trop long préambule en indiquant d'après les auteurs le but et les moyens qui caractérisent la nouvelle machine :

I. Principe. — L'emploi des permutatrices a pour but, en permettant l'utilisation des moteurs à courant continu, de profiter de l'avantage essentiel qu'ils présentent, de donner, dans de meilleures conditions de puissance spécifique et de rendement que n'importe quel autre moteur, un réglage facile de la vitesse avec un excellent couple de démarrage, si on leur applique la force électromotrice correspondant à la vitesse de rotation qui leur est demandée.

La permutatrice permet l'application de cette force électromotrice :

a. Sans l'emploi de résistances sur courant continu.

b. Sans faire varier la tension alternative d'alimentation.

c. En employant une alimentation alternative, soit monophasée, soit polyphasée, à fréquence comprise entre 15 et 50 périodes par seconde.

Le choix de l'alimentation monophasée ou polyphasée et celui de la fréquence dépendent uniquement de considérations locales et indépendantes de la permutatrice.

II. Description. — La figure 1 fait clairement comprendre la constitution de la machine et le rôle des organes qui la composent :

Un induit à barres S, concentrique à deux stators T_1, T_2 l'un T_1 fixe, l'autre, T_2 orientable à volonté, permettant

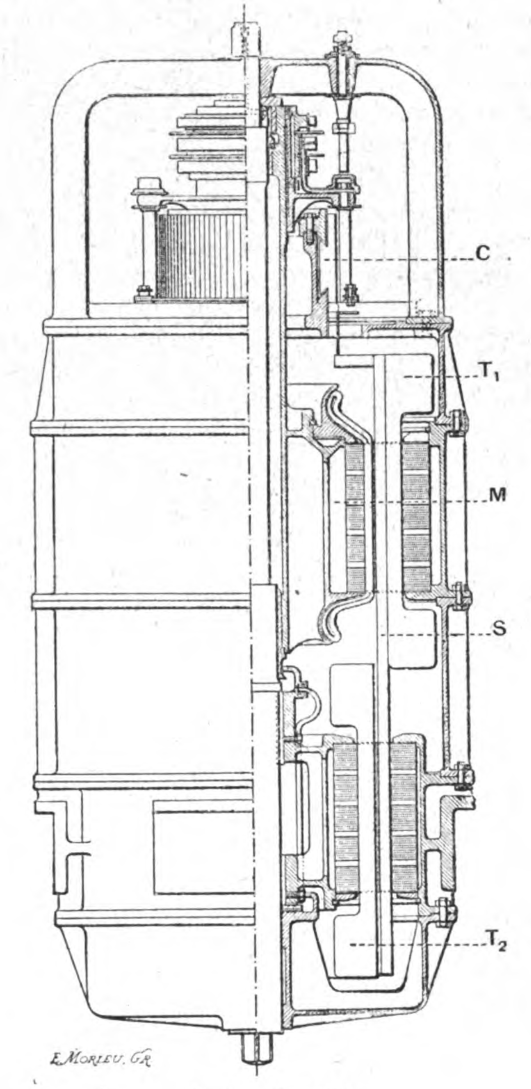


Fig. 1. — Ensemble.

ainsi de composer les flux T_1, T_2 de manière à les sommer vectoriellement, et à utiliser la variation continue du flux résultant entre les deux limites suivantes :

1° Concordance des flux du stator orientable et du stator fixe et addition des deux.

2° Opposition des flux et différenciation de leurs effets.

Ces effets se traduisent, dans les enroulements de l'induit, par l'induction de forces électromotrices dont la sommation se fait dans chaque barre comme si, au lieu

d'être soumise aux intersections des deux flux dans sa partie supérieure et dans sa partie inférieure respectivement, elle coupait simplement le flux résultant de leur composition.

La courbe figurant la progression des tensions à la surface du collecteur est une sinusoïde tournant avec le flux résultant, dont l'amplitude varie, suivant l'intensité du flux, de 0 à 600 volts dans la machine exposée.

On sait que la ligne neutre théorique se confond avec l'ordonnée maxima, qui est perpendiculaire au flux résultant et tourne à la même vitesse que lui.

Il faut donc faire tourner à cette vitesse, et en coïncidence avec cette ligne, les balais qui recueilleront le courant sur le collecteur, ce que pourrait faire un moteur de balais analogue à celui des permutatrices mais de construction plus pesante ici puisqu'il devrait embrasser le champ résultant, c'est-à-dire les champs des deux stators.

Ces raisons de construction ont fait limiter le moteur de balais au champ supérieur, de sorte que si on lui avait donné, comme au moteur de permutatrice, un seul enroulement excitateur à courant continu, il aurait suivi la ligne neutre déterminée par le seul champ supérieur (à vide), ou (en charge), par ce champ et celui qui résulte, sous les balais, de la charge empruntée à ceux-ci. Cela convient bien lorsque les deux champs coïncident et s'ajoutent suivant la ligne A du diagramme ci-dessous (fig. 2). Mais dès qu'il n'en est pas de même et que leurs

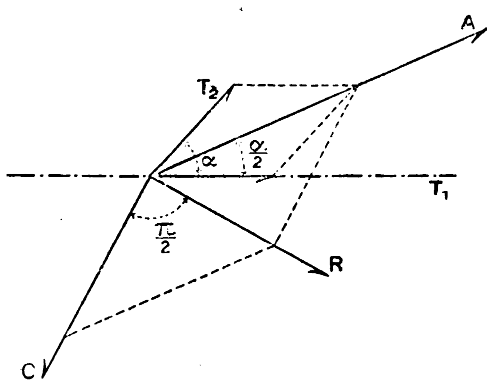


Fig. 2. — Composition des champs.

vecteurs représentatifs font entre eux un angle α, l'action motrice doit être demandé à leur flux résultant A, qui fait l'angle $\frac{\alpha}{2}$ avec chaque flux du stator, et notamment avec celui du flux S'', qu'on a pris pour flux moteur. Pour compenser ce décalage pour toute valeur de $\frac{\alpha}{2}$, on peut dévier du même angle $\frac{\alpha}{2}$ l'axe magnétique du moteur de balais, en le munissant de deux enroulements dont les directions magnétisantes seront en relation de position immuable $\left(\text{décalées de } \frac{\pi}{2}\right)$ mais dont la résultante variera de position sans changer toutefois de grandeur.

Dans le premier circuit (gros fil) agit une force magnétomotrice NI.

Dans le deuxième une force magnétomotrice ni, qui se compose avec la première pour donner une résultante dont l'angle d'inclinaison sur l'une des directions magnétisantes sera donné par la relation :

$$B = \text{arc tang} \frac{ni}{NI} = \frac{\alpha}{2},$$

d'où l'on déduit :

$$\frac{ni}{NI} = \text{tang} \frac{\alpha}{2}.$$

Or $\frac{n}{N}$ est constant, $\frac{i}{I}$ est donc proportionnel à tang $\frac{\alpha}{2}$.

Les deux circuits étant alimentés par la même tension, le rapport des intensités est égal au rapport des résistances totales, on a donc en définitive :

$$\frac{ni}{NI} = K\frac{i}{I} = K'\frac{r}{R} = \text{tang} \frac{\alpha}{2}.$$

On en déduit immédiatement (r (fil fin) étant constant), que la résistance totale du circuit gros fil, rhéostat compr st proportionnelle à cotang $\frac{\alpha}{2}$.

La valeur de la résistance du rhéostat est égale à :

$$e = \frac{I}{K'} \text{cotang} \frac{\alpha}{2} - R'.$$

R' étant la résistance propre de l'enroulement que ne modifie pas d'une façon sensible l'établissement du rhéostat.

Cependant il faut bien remarquer que cette résistance initiale entre dans la détermination de la constante même du rhéostat, et afin d'en faciliter le réglage, au lieu d'agir sur la constante du rhéostat, on agit sur la résistance de l'enroulement lui-même en le shuntant une fois pour toutes.

C'est cette loi de variation qui a fait donner au rhéostat K le nom de *rhéostat cotangente*. Les sections de ce rhéostat balayées par le curseur varieront simultanément au déplacement du stator T_2, non en proportion directe ou inverse de ce déplacement, mais proportionnellement à sa cotangente.

On voit ce rhéostat à droite de la permutatrice dans la figure 3.

Pendant que le volant déplace le stator T_2 au moyen de la tige verticale qu'il surmonte, la transmission à câble qui s'en détache commande l'axe du rhéostat au moyen d'une poulie. Au lieu d'un rhéostat de section uniforme muni d'un curseur dont le déplacement angulaire obéirait à la loi cotangentielle, on a préféré adopter le déplacement angulaire uniforme et la variation des sections du rhéostat suivant cette loi.

En parlant plus haut des axes magnétiques et des forces magnétomotrices du moteur des balais, nous en avons laissé indéfinie la réalisation et la forme, que

feront mieux comprendre la figure 4 ci-jointe et les considérations suivantes des constructeurs :

Chacun des deux enroulements occuperait dans une machine bipolaire la moitié de la circonférence, et par quarts opposés symétriquement. L'un est constitué par du fil fin, et calculé de façon à pouvoir assurer l'entraînement quand les champs T_1, T_2 se superposent et que le deuxième enroulement n'est pas sous courant.

Ce dernier, au contraire, est bobiné en gros fil pour que sa résistance ohmique soit aussi faible que possible; il est destiné à assurer l'entraînement lorsque les champs

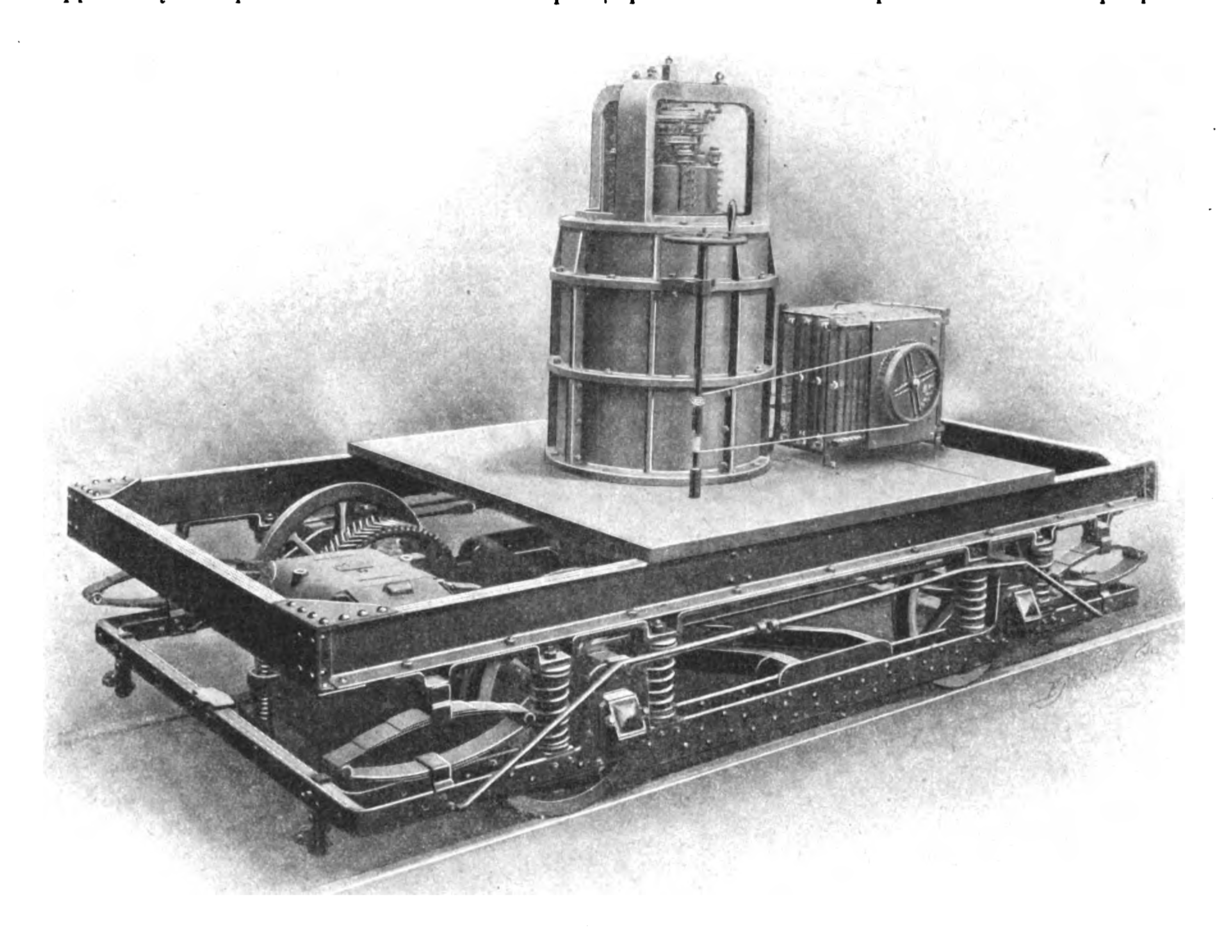


Fig. 3. — Vue d'ensemble d'un tracteur Rougé et Faget.

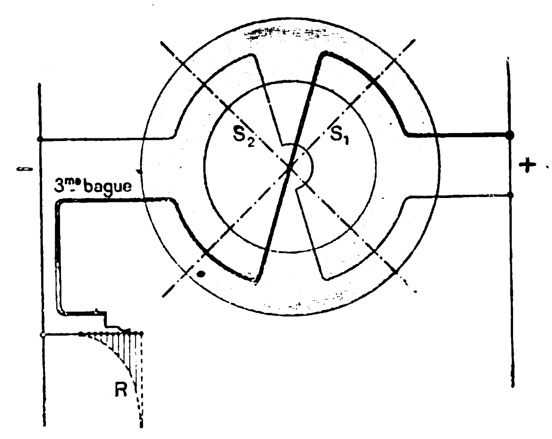


Fig. 4. — Enroulements du moteur des balais.

T_1, T_2 étant en opposition et la tension aux bornes de l'appareil voisine de zéro, le circuit fil fin n'est plus, en raison de sa grande résistance, parcouru par aucun courant.

Dans ces deux cas limites de pleine tension et de tension nulle, les champs T_1, T_2 ont la même direction au signe près, et la position de la ligne neutre résultante est, pour le cas de pleine tension, la même que si le stator inférieur n'existait pas; elle est au contraire perpendiculaire à cette direction pour le cas de la tension nulle, ce qui justifie la présence des deux enroulements.

On observera qu'à la pleine tension, le circuit fil fin étant seul sous courant, l'axe magnétique va coïncider avec l'axe de symétrie du circuit, ce qui permet de déterminer *a priori* le point de calage des balais sur le fourreau d'entraînement. Avec la variation de l'angle α et l'abaissement de tension induite qui en résulte, le circuit fil fin se désamorce peu à peu et doit être renforcé en laissant croître méthodiquement le courant qui passe dans le circuit gros fil.

L'axe magnétique se déplace alors, partant de l'axe de

symétrie du circuit fil fin pour se rapprocher de l'axe de symétrie du bobinage gros fil, seul en action pour les tensions voisines du zéro.

La figure 5 représente le moteur des balais et le stator orientable montés sur leur axe commun.

On peut démontrer (démonstration faite ci-dessus), et

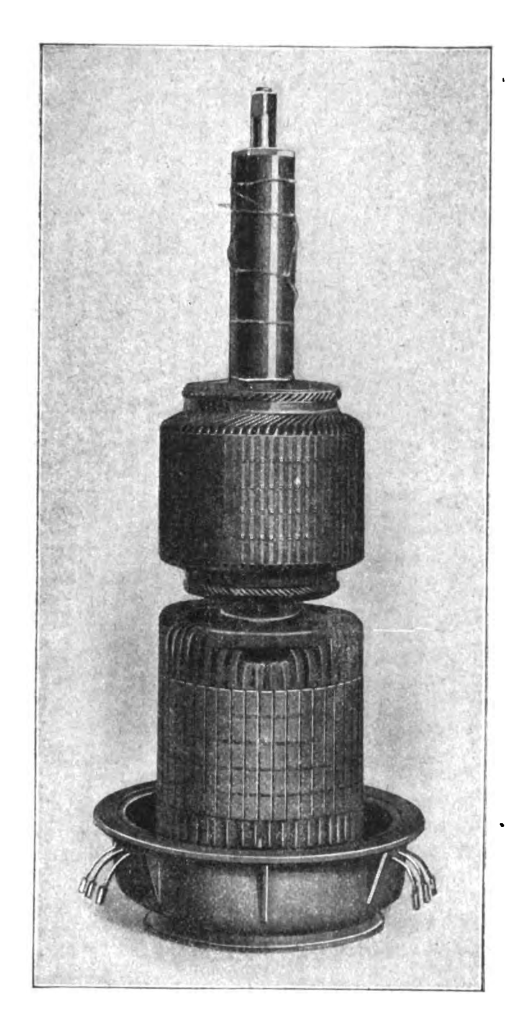


Fig. 5. — Moteur des balais et stator orientable montés sur leur axe commun.

il a été vérifié exact aux essais que, le circuit fil fin étant à résistance constante, il fallait et il suffisait, pour que tout se passe correctement, que la résistance de l'enroulement gros fil varie comme la cotangente de l'angle $\frac{\alpha}{2}$. C'est ce que l'on obtient au moyen d'une résistance externe convenablement construite et que l'on fait varier en même temps que le stator orientable se déplace.

Dans ces conditions le champ résultant des deux enroulements fil fin et gros fil reste constant et se déplace de 90° de façon à suivre les variations de α.

Pour le cas des courants alternatifs simples, on observera que si le moteur des balais est au synchronisme, il peut engendrer la phase auxiliaire nécessaire à la rotation du champ dans la partie inférieure.

Pour assurer la stabilité du fonctionnement et le démarrage, on a recours aux artifices habituels de décalage au moyen d'une résistance ohmique insérée dans le circuit de l'une des phases.

Pour le cas où la machine est spécialement établie pour le courant alternatif simple, on peut évidemment chercher à réaliser toutes dispositions simplifiant le schéma et augmentant la puissance massique.

On observera enfin que, sauf ce dernier cas, une même machine peut être alimentée successivement, soit en polyphasé soit en courant alternatif simple, ce qui donne lieu à des applications spéciales.

L'alimentation polyphasée se recommande surtout pour les grosses machines, à cause du meilleur rendement qu'elle entraîne; par suite des plus faibles échauffements, conséquence de ce meilleur rendement, elles possèdent une puissance volumique bien plus grande.

Les essais ont justifié les prévisions des constructeurs et nos lecteurs pourront juger de l'exactitude du réglage par les résultats et courbes que nous reproduisons ci-dessous :

Résultats des essais d'un appareil type D 500. — *Caractéristique à vide* (fig. 6). — Cette caractéristique est donnée par la courbe (fig. 6) qui montre comment la

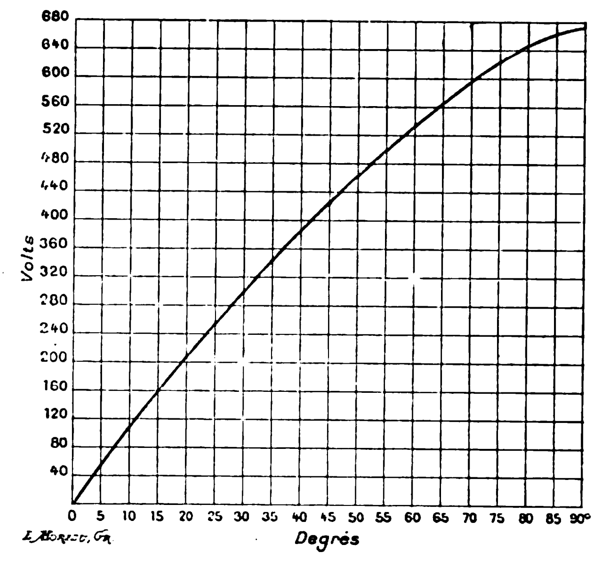


Fig. 6. — Caractéristique à vide.

tension à vide varie en fonction de l'orientation du stator mobile. On remarquera que la courbe représente très exactement la sinusoïde théorique et que la tension augmente très régulièrement sans variations brusques.

Ce résultat ne pourrait être atteint avec des rhéostats, ni même par variations d'excitation dans une dynamo à courant continu, toujours soumise aux effets d'hystérésis, qui rendent la variation de tension plus paresseuse que le réglage.

En outre, il ne serait pas possible de descendre à des tensions aussi basses.

Caractéristique en charge (fig. 7). — On constate que

la tension décroît, pour un calage donné, très régulièrement avec la charge, et les droites qui représentent cette variation, sont légèrement plus inclinées dans le cas des tensions élevées que dans le cas des tensions faibles.

Ces chutes de tension qui, en d'autres cas, pourraient

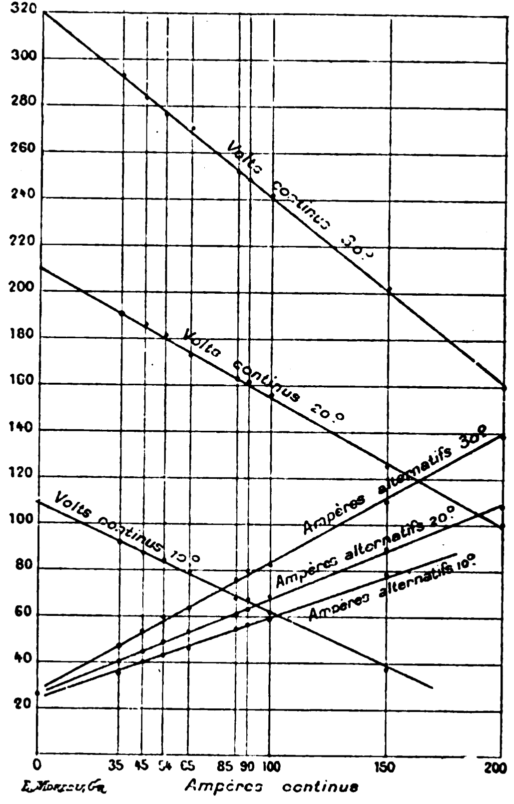


Fig. 7. — Caractéristique en charge.

être un inconvénient, deviennent un avantage pour un appareil de traction, car elles augmentent la souplesse de la manœuvre en empêchant le courant d'atteindre des valeurs dangereuses, par exemple en cas d'arrêt du moteur par suite du serrage des freins, d'un grippement ou d'une rupture d'engrenage.

De plus, elles empêchent le courant de prendre brusquement une valeur exagérée au moment du démarrage. En marche, si un accroissement de résistance survient, la vitesse diminue d'elle-même et, pour être rétablie, demande l'intervention du conducteur, tout comme dans une locomotive à vapeur.

Nous terminerons cette étude par les considérations peu étendues que l'auteur de la note au Jury consacre à la constitution d'un équipement électrique établi sur le principe indiqué en commençant. Il montre par un dessin de connexion (reproduit fig. 8), l'application qu'on en peut faire aux trains comportant plusieurs motrices, et il tombe sous le sens que le système s'y applique particulièrement bien, puisqu'il suffit d'une ligne continue de deux câbles desservant les motrices du train pour appliquer à toutes ces motrices la tension variable fournie par la permutatrice.

Il ne faut pas déduire de la figure que les deux autres câbles représentés soient absolument nécessaires au renversement de marche des moteurs, mais ils en assurent la réalisation facile au moyen d'un seul inverseur, alors que l'inversion par des relais placés sur chaque motrice, apporterait peut-être, de leur fait, plus de complications dans l'équipement du train que ne lui donnerait de simplification la substitution d'un seul ou deux fils fins à deux des 4 câbles représentés au schéma des connexions de l'ensemble d'un train et caractéristiques du fonctionnement.

L'équipement électrique se réduit aux appareils destinés à assurer la sécurité et ils ne sont jamais manœuvrés quand la permutatrice est en charge.

Les manœuvres sont exclusivement mécaniques, et en général seront faites par un servomoteur à air. Le couplage de démarrage s'obtient à faible tension, sans aucune perte d'énergie; les variations de vitesse se font par la

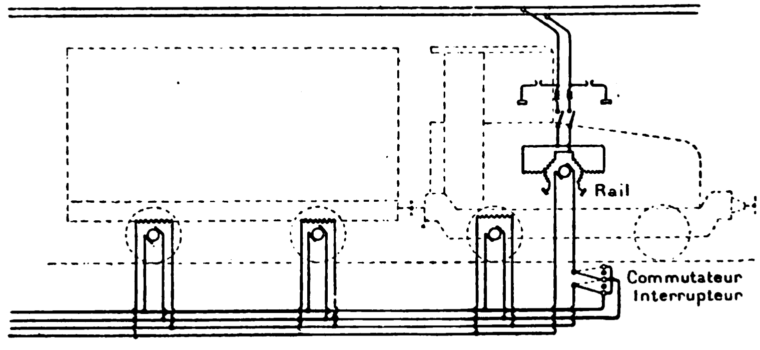


Fig. 8. — Connexions.

variation de tension obtenue en agissant sur le servomoteur, et le tracteur reproduit entièrement les caractéristiques du fonctionnement d'une locomotive à vapeur.

En principe, il y aura avantage à employer le polyphasé en cours de route et le courant alternatif simple dans les gares, démarrage compris. On bénéficie ainsi de la simplicité des lignes monophasées toutes les fois que cela est nécessaire, sans renoncer aux avantages que procure le polyphasé lorsque la puissance spécifique entre en ligne de compte.

Le tracteur exposé à Milan et représenté figure 5 sera

bientôt soumis à des essais dont nous suivrons avec intérêt les résultats. P. L.

LAMPES A INCANDESCENCE

A FILAMENTS MÉTALLIQUES

Le nombre et la variété des lampes à incandescence à filaments métalliques s'accroissent chaque jour. Il nous a paru utile de résumer l'état actuel de la question en réunissant, pour chacun des systèmes ou procédés, les renseignements les plus récents dont nous avons pu disposer.

En attendant la lampe idéale ne consommant qu'*un demi-watt par bougie*, on peut considérer comme un fait acquis que la lampe à UN WATT PAR BOUGIE sera courante dans quelques années et que l'on peut déjà tabler avec certitude sur une consommation spécifique réelle, industrielle de 1,2 à 1,3 watt par bougie.

Rappelons, pour juger des progrès réalisés, que les lampes Edison de 1883 prenaient 7 watts par bougie et que, jusqu'à ces dernières années, les lampes à filament de charbon dites *lampes économiques*, dépensaient 3,2 watts par bougie.

Lampe au zirconium. — Cette lampe sur laquelle on a peu de renseignements est, en réalité, constituée par du carbure de zirconium, d'après M. Bœhm [1]. La durée est fonction de la consommation spécifique. A 1 watt par bougie, la durée est de 1000 heures sans affaiblissement sensible de l'intensité lumineuse pendant les 500 premières heures. Le filament de 0,6 mm de diamètre absorbe 1 volt par 5 mm, de sorte que les lampes de 110 et 120 v doivent se composer de plusieurs filaments couplés en série.

Lampe à l'iridium. — Cette lampe est fabriquée par la fabrique d'accumulateurs Gulcher et n'est employée que pour les basses tensions. La rareté du métal ne permet pas d'ailleurs de prévoir un développement important de cette lampe.

Lampe à l'osmium. — La lampe à l'osmium créée en 1898 par M. le docteur Auer von Welsbach, et que fabriquaient depuis quelques années la plupart des Sociétés Auer fondées pour l'exploitation du bec Auer à incandescence par le gaz, est, ou va être très probablement abandonnée.

Les raisons de cet abandon sont les suivantes :

1° La lampe à l'osmium est d'une fabricatien difficile et d'un prix élevé;

2° Sa consommation spécifique est d'environ 1,5 watt par hefner, alors que d'autres lampes fonctionnent à 1 watt par hefner;

3° La nature du métal et le mode de fabrication ne permettent pas de dépasser 40 volts par lampe, ce qui oblige à monter 3 lampes en tension sur 110 volts dans le cas du courant continu, ou d'employer un transformateur spécial pour les courants alternatifs;

4° La fragilité du filament et sa mollesse à chaud obligent à coupler la lampe verticalement, le culot à la partie supérieure, ce qui ne permet pas certains effets décoratifs.

Mais en abandonnant l'osmium *pur*, les Sociétés Auer ne renoncent pas entièrement à son emploi sous forme d'alliage avec le tungstène, comme nous l'indiquerons à propos des lampes *Osram* dont nous parlons un peu plus loin.

Lampe au tantale. — Nous n'avons rien à ajouter à l'article que nous avons publié dans notre numéro du 10 février 1905. Depuis cette époque la fabrication s'est considérablement développée, et le prix de la lampe de 25 hefners qui était de 6 fr, s'est abaissé à 3 fr. Le type de 50 hefners se vend 3,75 fr. Les lampes sont établies, pour 25 et 50 bougies, à toutes les tensions comprises entre 50 et 120 volts.

Les autres types courants sont établis comme suit :

Tension en volts.	50	55	60	65	70	75
Intensité lumineuse en hefners.	12	13	14	15	16	17

En les accouplant en série, on peut réaliser un grand nombre de combinaisons d'intensités lumineuses suivant la tension totale dont on dispose. (Les systèmes de distribution actuels sont établis pour des tensions normales de 100-110-120-150-220 volts.)

Lampe au tungstène. — Le tungstène est un métal dont la rareté n'est que relative, comparée à celle de l'osmium ou du platine. Les minerais traitables valent actuellement environ 30 fr par centième de WO^3 contenu.

Trois procédés de fabrication sont actuellement appliqués :

1° *Procédés Just et Hanaman.* — Ces procédés sont exploités par la *Vereinigte Elektrizitäts A. G.* à Ujpart et par la *Wolfram A. G.* à Augsbourg. Cette dernière a confié le monopole de la fabrication à MM. *G. Ludecke et Cie*, de Lechhausen.

Le procédé dit *de substitution* consiste à chauffer électriquement un filament de charbon dans de la vapeur d'oxychlorure de tungstène en présence d'une petite quantité d'hydrogène. Le carbone se transforme en CO et CO^2, le chlore se combine avec l'hydrogène et le tungstène réduit se substitue au charbon. Lorsque le charbon a été complètement remplacé par le tungstène, on augmente la quantité d'hydrogène; il se dépose alors du tungstène sur le filament sous l'action réductrice de l'hydrogène, le carbone ne participant plus à la réaction.

[1] *Chemiker Zeitung*, 28 juillet 1906.

(Une réaction analogue se produit en substituant le molybdène au tungstène.)

M. Just a breveté une méthode de fabrication toute différente, analogue à celle employée par Auer pour la fabrication des filaments d'osmium. Les composés tungstiques réductibles par l'hydrogène, tels que l'oxyde, le sulfure, le chlorure, etc., sont finement pulvérisés et mélangés à un agglomérant ne renfermant pas de carbone, de façon à former une pâte que l'on transforme en un filament et que l'on réduit dans une atmosphère d'hydrogène.

Il ne semble pas que ce procédé d'*agglutination* permette la fabrication des filaments fins, aussi emploie-t-on le procédé de substitution dans la pratique.

2° *Procédé H. Kuzel.* — Ce procédé, exploité par la maison *Pintsch*, de Berlin et la firme *Kremenecki*, de Vienne, est basé sur deux points spéciaux. Le premier est que les métaux amenés à l'état colloïdal forment des masses plastiques sans l'addition d'un agglomérant ou d'un agglutinant quelconque; le second est que, sous l'influence d'une température élevée, les métaux passent de l'état colloïdal à l'état cristallin sans se rompre ni se désagréger, et que la lampe se trouve ainsi terminée.

Dans son brevet, M. Kuzel signale *quatorze* métaux jouissant de cette propriété, et principalement le tungstène.

M. Kuzel indique même, mais cela sous une forme assez vague, que l'on peut, par le même procédé, obtenir des alliages des métaux.

Il semble, *à priori*, qu'il ne soit pas avantageux d'employer un alliage dont le point de fusion est, en général, inférieur à celui du métal le plus fusible, mais l'infusibilité de l'alliage n'est pas la seule qualité que l'on doive rechercher pour un filament.

On peut avoir intérêt, par exemple, à accroître la résistivité, de façon à augmenter la section du filament et à rendre sa fabrication plus facile. Dans ce cas, l'emploi d'un alliage plus fusible que le plus fusible des composants est tout indiqué.

3° *Procédé Auer.* — La Compagnie autrichienne Auer fabrique des lampes au tungstène sur lesquelles on n'a que très peu de renseignements. Le filament serait obtenu en traitant le trioxyde de tungstène par un excès d'ammoniaque, de façon à former une pâte avec laquelle on fabriquerait le filament.

Comme les lampes précédentes, la consommation spécifique serait d'environ 1 watt par hefner. Ces lampes ne sont plus ou vont bientôt cesser d'être sur le marché pour faire place à la lampe *Osram*, nom formé avec les mots *os*mium et wolf*ram*.

Lampe Osram ou Osmin. — Cette lampe qui vient d'être lancée par la *Compagnie Auer* allemande est constituée par un filament formé d'un alliage d'osmium et de tungstène dans lequel ce dernier prédomine dans de fortes proportions. Elle est établie, comme la lampe à l'osmium et la lampe au tantale, pour une différence de potentiel de 110 à 130 volts, en montant trois filaments en tension d'environ 15 cm de longueur chacun. La plus petite intensité est de 32 hefners (28 bougies décimales); la consommation spécifique est de 1 watt par hefner (intensité horizontale moyenne).

Les autres types produisent respectivement 50 et 100 hefners.

Les lampes Osram ont été expérimentées par le Reichanstalt à Berlin, avec du courant alternatif, sous une différence de potentiel de 117 volts, et ont donné les résultats moyens suivants :

Durée de service en heures.	Intensité lumineuse horizontale en hefners.	Consommation spécifique moyenne horizontale en watts par hefners.
0	28,5	1,11
200	29,8	1,06
500	28,1	1,12
1000	25,6	1,18

La meilleure lampe Osram a donné 27,5 hefners et consommé 1,1 watt par bougie, la plus mauvaise a donné 25,7 bougies et consommé 1,22 watt par hefner, ce qui indique une certaine homogénéité de fabrication, malgré la nouveauté des procédés.

Des essais récents de M. Lux (1) sur la répartition de la lumière d'une lampe Osram ont donné les résultats suivants :

Intensité lumineuse moyenne horizontale, en hefners. . .	32,0
— — sphérique — . . .	25.2
— — hémisphérique inférieure, en hefners. .	27,7
— — hémisphérique supérieure, en hefners. .	22,9

LES SOLUTIONS COLLOIDALES

ET LA FABRICATION DES FILAMENTS MÉTALLIQUES

Les progrès considérables réalisés pendant ces dernières années par les lampes à incandescence à filaments métalliques ont donné une importance aux questions relatives à l'*état colloïdal* des métaux, état grâce auquel on a pu fabriquer industriellement ces filaments, ceux de tungstène en particulier. Il n'est donc pas sans intérêt d'en donner ici une idée générale, d'autant mieux que l'état colloïdal des métaux est obtenu par un procédé électrique.

Les substances se divisent en *cristaux* et en *colloïdes*. Les *cristaux*, qui comprennent les sels et les minéraux acides, sont obtenus, comme leur nom l'indique, à l'état cristallin et, lorsqu'ils sont dissous dans l'eau, ils en modifient les propriétés.

(1) *Zeitschrift für Beleuchtung* du 10 septembre 1906.

Les *colloïdes* sont des substances amorphes dont la pseudo-dissolution dans l'eau apparaît comme une suspension de la substance à un état très avancé de subdivision. La gelée et la gomme arabique constituent des types parfaits de colloïdes.

Une solution colloïdale *métallique* est une solution dans laquelle les particules métalliques sont suspendues dans le liquide à un état très divisé, tout à fait différent de celui où il se rencontrerait, pour le cuivre par exemple, dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre.

On peut obtenir une solution colloïdale d'un métal donné en faisant jaillir dans l'eau un arc entre des électrodes formées du métal que l'on veut amener à l'état colloïdal. Les électrodes perdent une petite quantité de matière, l'eau devient trouble et conserve cet état indéfiniment, malgré toutes les filtrations auxquelles on la soumet. Cette eau renferme en suspension des particules excessivement ténues, ultramicroscopiques du métal des électrodes : c'est une *solution colloïdale* de ce métal.

Le diamètre des particules métalliques que l'eau tient ainsi en suspension, varie pour le platine, l'or et l'argent, entre 0,2 et 0,6 micron, et ne peut être révélé que par un ultra-microscope, appareil d'optique qui révèle la la lumière dispersée par la particule lorsque cette particule est trop petite pour fournir une image.

Une solution colloïdale d'argent renfermant 0,68 milligramme de métal par litre de solution a révélé la présence de 3000 particules par mm^3, soit *trois milliards par litre.* Dans le champ de l'ultra-microscope, chaque particule ressemble à une petite étoile animée d'un mouvement Brownien, que l'on admet comme une conséquence de la théorie mécanique des gaz et des liquides.

La propriété électrique la plus intéressante de ces particules ultra-microscopiques, c'est que, dans l'hypothèse des électrons, chacune d'elles possède une charge électrique. Les métaux non oxydables électro-négatifs, tels que l'or, l'argent et le platine, amenés à l'état colloïdal dans l'eau, sont chargés négativement. Les métaux oxydables électro-positifs donnent dans l'eau, l'alcool éthylique et l'acool méthylique, des particules toujours chargées positivement. Les particules des solutions colloïdales métalliques, particules beaucoup plus grosses que les atomes, retiennent, dans leur agrégation, le signe atomique de la charge électrique.

Au point de vue mécanique, les solutions colloïdales peuvent former des masses plastiques sans agglomérant particulier, et c'est cette propriété qu'utilise M. Kuzel dans les lampes au tungstène dont nous parlons d'autre part.

La transformation des métaux ou métalloïdes amenés à l'état colloïdal en filaments conducteurs est réalisée par M. le Dr Hans Kuzel de la façon suivante :

La solution colloïdale du métal obtenu par le procédé électrique que nous avons signalé est évaporée à siccité ou concentrée par décantation, filtration, évaporation dans le vide ou tout autre procédé équivalent. La masse séchée est alors pétrie avec de l'alcool, de la glycérine, du glycol ou toute autre substance équivalente, et, pendant le pétrissage, on peut y ajouter d'autres métaux finement divisés, mais qu'il n'est pas nécessaire d'amener à l'état colloïdal. Cette pâte est ensuite comprimée dans une petite presse munie d'un trou de filière par lequel elle s'échappe sous la forme d'un filament de section uniforme que l'on fait sécher par évaporation. Ces filaments une fois secs sont portés à une température de 60 à 80° C, ils deviennent alors assez conducteurs pour pouvoir être traversés par un courant électrique et portés graduellement à l'incandescence, soit dans le vide, soit dans une atmosphère d'hydrogène.

Ce traitement transforme la matière colloïdale en substance cristalline et donne au produit les qualités d'un métal ou métalloïde homogène que l'on utilise pour l'incandescence. C'est principalement le tungstène que M. Kuzel a étudié et développé pour cette application, mais il a traité également le chrome, le molybdène, l'uranium, le platine, l'osmium, le niobium, le thorium, le titane, etc. A. Z.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Le projet de distribution électrique du London County Council. — Il est fort probable que ce projet sera considérablement modifié, et il paraît que l'approche des élections du County Council est pour quelque chose dans les changements proposés. Comme variante du projet actuel on a suggéré que le Council devrait construire la station centrale et la louer à une société anonyme, qui installerait les canalisations et développerait l'entreprise sur les lignes industrielles ordinaires. La continuation de cette concession se ferait à la condition que la société anonyme respecte les règlements faits pour sauvegarder les intérêts du public ; de cette façon on pense que le Council éviterait les ennuis inévitables d'une entreprise sans courir aucun risque. On dit que ce nouveau projet est d'accord avec les vues du président du Board of Trade, M. Lloyd George, et qu'il a l'assentiment de Lord Wilby et d'autres progressistes importants. On croit aussi que cette solution serait acceptable pour les réformateurs municipaux, pourvu que les soumissions pour la station centrale soient publiques.

On craint que si, aux prochaines élections, les réformateurs municipaux sont en majorité au nouveau Conseil, il ne soit plus temps ou de terminer le Bill ou de le modifier, car il est probable qu'il ne sera pas adopté, avant que les élections ne soient finies. Cependant, on est en train de faire un grand effort afin d'arriver à un compromis sur les grandes lignes du nouveau projet.

Récents perfectionnements aux accumulateurs. — M. Sherard Cowper-Coles a fait dernièrement une

communication intéressante sur les récents perfectionnements dans les accumulateurs. L'auteur a d'abord appelé l'attention sur le peu de progrès faits par l'accumulateur au plomb pendant ces dernières années, quoique l'industrie ait pris elle-même une importance considérable (la dépense annuelle pour des batteries d'accumulateurs, en Angleterre et en Allemagne est presque de 25 millions de francs). Il a montré ensuite l'importance de la thermodynamique dans la théorie des accumulateurs, ou batteries secondaires. M. Coles a répété qu'il n'y avait aucune méthode exacte permettant de déterminer le point auquel la décharge doit être arrêtée, et on en a conclu que si on pouvait établir un repère, pour la décharge qui serait adoptée par tous les fabricants, il serait facile alors de comparer le rendement de différentes batteries.

L'auteur a critiqué ensuite les défauts des plaques négatives dont les alvéoles sont remplies de pâte, et, à son avis, la détérioration de la matière négative provient de ce que le sulfate de plomb est soluble dans l'acide sulfurique fort. Il a dit en conclusion que les perfectionnements que l'on pourrait prévoir dans l'avenir proviendraient surtout de l'emploi d'électrodes qui contiendraient en elles-mêmes l'électrolyte.

L'Institution of Electrical Engineers. — M. le Dr Hazebrook a été récemment élu nouveau président de l'Institution of Electrical Engineers. On sait que ses travaux ont été intimement lié avec les unités de mesures, les étalons, etc. On pensait même qu'il traiterait de ces sujets dans son discours présidentiel. Étant donné sa situation de Directeur du Laboratoire national de physique, il a collaboré, on peut dire, pour une grande part aux travaux très importants qu'on a fait dans cet institut depuis plusieurs années. Actuellement il y a des différences considérables entre les lois se rapportant aux unités électriques, et leur interprétation dans les divers pays, il en est résulté que l'on a essayé d'obtenir une décision internationale sur des questions qui traitent de la nomenclature et la détermination des unités et des étalons. A Saint-Louis, il y a quelque temps, on a fait une proposition en vue d'établir une commission internationale, représentant les divers gouvernements, et notre propre gouvernement a annoncé qu'il était disposé à y prendre part en nommant des délégués et au besoin de donner un appui des plus actifs. L'année dernière, une conférence eut lieu à Charlottenbourg pour examiner ce sujet, et le travail de cette conférence fut signalé à notre gouvernement. Le résultat a été que le Foreign-Office a envoyé une invitation pour une conférence officielle qui aura lieu à Londres, en octobre 1907. Le Dr Hazebrook a dit que ce n'est pas seulement nécessaire que les unités fondamentales de notre science soient les mêmes partout dans le monde, mais que le bien des nations peut être obteuu par l'extension de ce principe, en sorte que l'unification internationale est devenue une question de la première importance. Il y a deux ans M. le colonel Crompton a posé cette question d'unification devant le Congrès de Saint-Louis, et on s'est accordé à reconnaître qu'on devrait prendre des mesures pour obtenir la coopération des sociétés techniques du monde entier par la nomination d'une commission représentative devant examiner ces questions Pendant la visite des ingénieurs étrangers à l'Institution of Electrical Engineers, en juin dernier, on a consacré quelques séances pour examiner la question.

Dès à présent les bureaux centraux de la commission se trouvent à Londres, et Lord Kelvin a été nommé le premier président de la commission, avec le colonel Crompton comme premier secrétaire honoraire. Tous ceux qui ont suivi en détail les travaux de cette commission apprécieront les avantages qui résulteront d'un projet d'unification soigneux et bien étudié. Il ne faut rien faire qui puisse empêcher le développement futur de l'industrie, mais il faut faire tous les efforts possibles en vue de réduire le nombre des types qu'on peut commander. De cette manière on peut augmenter les bénéfices et la rapidité de construction

Ainsi, par exemple, pour les rails de tramways il faut remarquer, qu'à très peu d'exceptions près, chaque nouveau réseau de tramways du pays, aussi bien que plusieurs réseaux coloniaux en construction l'année dernière, ont été équipés de rails uniformisés.

Sir John Wolfe-Barry a, du reste, estimé que l'économie procurée aux manufacturiers anglais, simplement par l'unification des sections de fer et d'acier, s'élèvera facilement à quelques millions de livres sterling par an.

La situation du marché du cuivre. — L'appréciation que l'on peut faire sur les valeurs probables des cours des métaux est d'une importance considérable actuellement surtout dans les entreprises de tramways et d'électricité. La hausse du cuivre est en effet de plus en plus grande, et quoique cette hausse s'ajoute à la valeur de l'installation et des équipements existants, elle impose une difficulté pour la réalisation de nouvelles entreprises. Dans ces circonstances, il est intéressant de savoir si le prix courant du cuivre qui est si haut a été produit par des spéculations ou s'il est dû à une grande consommation survenue brusquement et qui a agi sur le marché. Probablement cette dernière solution est la plus admissible, car il paraît bien établi que les États-Unis emploient chez eux la plus grande partie du cuivre de leur pays, et ne peuvent pas en exporter d'ici plusieurs mois. On dit que maintenant dans les États-Unis on emploie 50 millions de kg par mois de ce métal. La Compagnie du Rio Tinto avec les mines d'Espagne, ne peut rien vendre avant le mois de janvier. Il en est de même des autres mines. Si les consommateurs continuent à demander, les prix monteront encore d'une façon excessive, mais il est à espérer que les mines existantes seront poussées à donner à une plus grande production par les prix actuels.

C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 5 novembre 1906.

Sur certains rayons cathodiques. — Note de M. P. Villard, présentée par M. J. Violle. — M. J.-J. Thomson [1] a observé que, si l'on dévie par un aimant le faisceau cathodique d'une ampoule de Crookes, il subsiste, à la place primitivement occupée par ce faisceau, des rayons non déviés assez peu visibles, partant des mêmes points de la cathode que les rayons cathodiques, mais n'excitant pas la fluorescence du verre.

Ce faisceau est toujours rose, même si le vide est fait sur l'oxygène, dans lequel les rayons cathodiques ordinaires sont jaunes : le spectre de la lumière émise est celui de l'hydrogène. J'ai pensé que les particules en mouvement dans ces rayons avaient la propriété de n'illuminer que l'hydrogène. L'expérience a confirmé cette manière de voir : les rayons de J.-J. Thomson, à peine visibles si le gaz est trop sec, deviennent très apparents dès qu'on ajoute un peu de vapeur d'eau ou d'hydrogène. Si le vide a été fait sur l'oxygène, on observe alors ce spectacle singulier que le faisceau cathodique est jaune d'or pâle (spectre de l'oxygène), tandis que les rayons non déviés ne donnent que le spectre de l'hydrogène.

Au contact du verre, ces rayons font apparaître une très faible lumière jaune qui paraît identique à celle que produisent les rayons de Goldstein. Ces derniers possédant aussi la propriété d'émettre une lumière rose dans un tube renfermant de l'oxygène et une trace de vapeur d'eau, il y avait lieu de supposer que les rayons dont il s'agit étaient, comme ceux de Goldstein, électrisés positivement.

J'ai réussi à mettre en évidence cette électrisation positive en déviant les rayons soit par un champ magnétique, soit par un champ électrique. L'emploi de l'hydrogène ou de la vapeur d'eau rendait l'expérience facile en augmentant la visibilité du faisceau. Les déviations ont toujours eu lieu dans le sens prévu pour une charge positive des particules; l'ordre de grandeur était le même que pour les Kanalstrahlen [2].

Il est à peu près évident que les deux espèces de rayons sont formées par l'afflux cathodique positif qui, provenant de l'espace obscur comme je l'ai montré antérieurement, arrive sur la cathode avec une grande vitesse et provoque, aux points frappés, l'émission cathodique. Si la cathode est perforée, les particules positives la traversent et forment les Kanalstrahlen; dans le cas contraire, une partie de l'afflux rebondit et constitue les rayons de J.-J. Thomson. Ces particules positives réfléchies mécaniquement par la cathode qui les avait attirées ne devraient pas toutefois dépasser les limites de l'espace obscur d'où elles proviennent. Cette anomalie s'explique par le fait que l'émission cathodique est un phénomène discontinu : le potentiel de la surface de l'électrode subit ainsi de rapides et continuelles variations auxquelles l'arrivée des particules positives de l'afflux n'est sans doute pas étrangère.

Un certain nombre de ces particules pourra donc, à la faveur d'un relèvement du potentiel cathodique, rebondir plus loin que son point de départ, sortir de l'espace obscur et, le champ devenant alors presque nul, échapper à l'attraction de la cathode Cette interprétation est d'accord avec le fait que les rayons cathodiques positifs sont beaucoup moins visibles, et sans doute formés par beaucoup moins de particules que les Kanalstrahlen obtenus en perforant la cathode, ceux-ci ne représentant cependant qu'une fraction de l'afflux cathodique [1].

Quelle que soit l'interprétation adoptée, les expériences précédentes mettent en évidence deux faits :

1° Une cathode en activité émet des rayons qui transportent des charges positives.

2° Dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène (ou de vapeur d'eau) les corpuscules cathodiques provoquent de préférence la luminescence de l'oxygène, les particules positives n'illuminent au contraire que l'hydrogène.

Cette dernière particularité n'est évidemment pas sans intérêt pour l'explication de la luminescence des gaz traversés par des particules électrisées.

Établissement, entre un poste transmetteur et un des postes récepteurs d'une installation de télémécanique sans fil, d'une correspondance exclusive, indépendante de la syntonisation. — Note de M. Édouard Branly, présentée par M. de Lapparent. — Dans une commande à distance par étincelles, il paraît difficile d'être renseigné sur les instants où les étincelles doivent être lancées du poste transmetteur, si le poste récepteur est hors de vue.

L'axe distributeur et le télégraphe automatique dont j'ai muni l'an dernier un poste récepteur [2] font passer devant les yeux de l'opérateur du poste transmetteur les intervalles pendant lesquels les étincelles peuvent commander tel ou tel effet.

Un nouvel élément de concordance est susceptible

---

(1) *Proceed. Roy. Inst.*, 1897.

(2) L'expérience était disposée comme il suit : une cathode de Hittorff (gros fil d'aluminium entouré d'un tube de verre) envoyait un faisceau de rayons sur une anode obturant toute la section du tube et percée d'une fente. Le faisceau plat ainsi obtenu, très visible par sa tranche, passait ensuite entre deux plateaux de 15 mm de longueur écartés de 5 mm et reliés à une batterie de 200 accumulateurs. La déviation était observée au delà des plateaux, en dehors des luminosités parasites dues au courant que le passage des rayons provoquait entre les plateaux. Les rayons cathodiques ordinaires étaient en général déviés par un aimant avant l'anode.

L'observation de la déviation magnétique était beaucoup plus facile, aucune décharge étrangère ne pouvant se produire ; l'ampoule était analogue à la précédente, mais sans plateaux auxiliaires. Un écran magnétique atténuait l'action du champ près de la cathode afin de ne pas gêner le fonctionnement de l'ampoule.

Les déviations étaient observées sur une longueur de 4 cm à 5 cm.

La source était un transformateur muni d'une soupape cathodique; la vérification stroboscopique du sens de la décharge a été faite pour chaque observation.

(1) La théorie cinétique des gaz suggère une autre explication, assez simple d'ailleurs, mais qui n'est pas accessible à l'expérience.

(2) *Comptes rendus*, séance du 20 mars 1905.

d'être ajouté par la roue interruptrice que j'ai introduite récemment (1) dans le circuit de travail. Pour cet objet, j'ai modifié légèrement la première construction de cette roue.

Modification de la roue interruptrice. — Dans l'appareil primitif, la roue et la came se séparaient au moment du retour de la came ; le changement apporté consiste à maintenir solidaires à tout moment la roue et la came. La roue accompagne donc la came lorsque celle-ci revient brusquement au-dessous du levier de déclenchement, soit après un tour entier et un effet produit, soit après une fraction de tour, à l'occasion d'étincelles fortuites. La *première* touche, sur laquelle appuient les balais avant l'entraînement de la roue et de la came par le moteur est alors une touche particulière et le rôle de cette touche n'est plus joué par une touche quelconque.

L'appareil modifié se comporte encore à la fois comme dispositif de sécurité et comme intermédiaire d'opération ; mais, en outre, le retour de la roue elle-même et l'addition d'un nouvel organe au poste transmetteur donnent le moyen de choisir, parmi les postes récepteurs compris dans la zone d'action du poste transmetteur, celui sur lequel on veut agir.

Roue témoin au poste transmetteur. — Pour faire ce choix, le moteur qui entraîne une roue interruptrice R, doit être assez régulier pour qu'un tour de la roue ait lieu dans un temps à peu près fixe, par exemple à une seconde près sur 20. De plus, on place au poste transmetteur une roue spéciale R_2 qui est mise en marche par un moteur lors de la fermeture du circuit d'un électro-aimant, comme dans les appareils qui portent les roues R_1 ; comme une roue R_1 encore, la roue R_2 s'arrête après un tour par le jeu d'une goupille. La roue R_2 n'a ni touches, ni balais, ni came, ni mécanisme de retour. Son moteur est réglé pour que la vitesse de rotation soit, au moins au degré d'approximation indiqué, la même pour les roues R_1 et R_2.

Au moment où l'opérateur abaisse le manipulateur qui sert à lancer les étincelles d'action, la roue R_2 se met à tourner, car le circuit de son électro-aimant se ferme ; une première étincelle qui suit immédiatement met en marche au poste récepteur la roue R_1 ; les deux roues R_1 et R_2 partent ainsi ensemble et font un tour dans le même temps. On peut remarquer que, si des rayons de même orientation ont été tracés sur chacune des roues R_1 et R_2 au repos, les directions de ces rayons se maintiennent parallèles sur les deux roues pendant un tour. La roue R_2 peut alors servir de *témoin* et faire connaître à l'opérateur les positions successives de la roue R_1, malgré son éloignement. Assurément, pour un certain nombre de tours consécutifs, la coïncidence des orientations cesserait assez vite, à cause de la difficulté d'égaliser les vitesses des deux roues avec une rigueur suffisante, mais la coïncidence pour un tour en partant du repos est facile.

(1) *Comptes rendus*, séance du 22 octobre 1906.

Roues interruptrices aux postes récepteurs. — Un interrupteur à roue R_1 est introduit dans le circuit de travail de chacun des postes récepteurs. Chacune des roues R_1 est entraînée par un moteur qui imprime à toutes la vitesse de la roue R_2.

Les roues R_1, que je désignerai par R_1, R_1', R_1'', diffèrent par la distribution des touches sur leur pourtour. Considérons-en deux seulement pour simplifier. Sur le premier quadrant qui commence à la touche de départ ou première touche, la roue R_1 offrira par exemple 6 touches en comprenant la première, elle n'en aura pas sur les autres quadrants. La roue R_1' n'aura pas de touches sur le premier quadrant à la suite de sa première, elle en aura 3 sur la première moitié du deuxième quadrant et 3 sur la première moitié du quatrième quadrant. Il est avantageux de rappeler ces distributions à l'opérateur en figurant les touches de R_1 en vert sur le premier quadrant de R_2 et les touches de R_1' en rouge sur le deuxième et le quatrième quadrants de R_2.

Fonctionnement au poste transmetteur. — On abaisse un instant le manipulateur, la roue R_2 se met à tourner et, en même temps, par la première étincelle, les roues R_1 et R_1'. On relève aussitôt le manipulateur, R_2 continue à tourner, car le mouvement de son moteur ne dépend pas des étincelles ; R_1' poursuit son tour pendant le passage du premier quadrant, puisque R_1' n'a pas de touches sur ce quadrant ; quant à la roue R_1, elle est revenue avec sa came au point de départ.

Au commencement du passage du deuxième quadrant, on abaisse de nouveau le manipulateur et on lance un *flux* d'étincelles très serrées pendant la première moitié de ce quadrant, cela fait que R_1' continue à tourner. Après être parti de nouveau, R_1 s'arrête bientôt. Pour faire achever la rotation de R_1', il suffit d'un flux d'étincelles au passage de la première moitié du quatrième quadrant. Le poste auquel appartient la roue R_1' a été mis ainsi en mesure de réaliser ses effets.

Pour faire tourner R_1 seul, à l'exclusion de R_1', on lance un flux continu pendant le passage du premier quadrant, cela suffit pour la rotation entière de R_1. Quant à la roue R_1', elle est ramenée à son point de départ au début du deuxième quadrant. Le poste dont dépend R_1 entre ainsi à son tour en activité.

Les divers effets du poste auquel on s'est adressé sont continués en répétant avec le manipulateur les flux spéciaux qui se rapportent à R_1' ou R_1, dans les intervalles que le télégraphe automatique du même poste fait inscrire sous les yeux de l'opérateur.

On comprend que des combinaisons dans la distribution des touches sur les roues R_1 des postes récepteurs permettent de faire tourner à volonté une seule d'entre elles et de mettre en action le poste dont elle dépend.

Si l'on a donné aux axes distributeurs des postes récepteurs des vitesses connues, on reconnaît sur le papier à dépêches de l'inscripteur Morse du poste transmetteur, celui des postes récepteurs qui a obéi, par la vitesse avec laquelle se succèdent les intervalles du télégraphe automatique correspondant.

L'usage des roues interruptrices et de la roue témoin n'est pas subordonné à l'emploi d'un axe distributeur, il s'applique à tout autre mode opératoire, car il suffit qu'une roue interruptrice soit intercalée dans chacun des circuits de travail des postes récepteurs.

La méthode qui vient d'être décrite supplée à la syntonisation et elle remédie aux imperfections de la syntonisation quand celle-ci n'est qu'à peu près réalisée.

Actions indirectes de l'électricité sur la germination. — Note de M. Pierre Lesage, présentée par M. Gaston Bonnier. (*Extrait.*) — Quand l'action de l'électricité s'exerce sur un milieu donné, elle peut y provoquer des modifications consécutives plus ou moins nombreuses où elle est directe pour une ou certaines de ces modifications et indirecte pour les autres. Ces dernières modifications prennent de moins en moins d'importance dans la part d'influence qui revient à l'électricité et, quand, en outre, elles peuvent être produites en dehors de toute intervention électrique, il semble superflu de les signaler. Cependant, je crois utile de noter les actions indirectes et leurs résultats, soit pour les éliminer ou les retenir dans des recherches ultérieures, les éliminer si elles sont sans avantage ou nuisibles, les retenir si elles sont avantageuses et si l'électricité les produit mieux que tout autre agent; soit enfin pour discuter leurs rapports avec l'électricité afin d'en tirer la part qui revient à celle-ci quand le phénomène observé est une résultante.

Aussi bien, dans un grand nombre des recherches faites jusqu'à ce jour, je suis porté à croire que l'on a signalé surtout des actions indirectes ou des résultantes de la composition de ces actions et de l'action directe de l'électricité. (Voy. le détail aux *Comptes rendus*.)

Séance du 12 décembre 1906.

Contribution à l'étude de l'émission calorifique du Soleil. — Note de MM. C. Féry et G. Millochau, présentée par M. J. Janssen. — Les mesures de l'émission suivant un diamètre de la surface solaire, se font avec la plus grande facilité, comme nous l'avons indiqué dans notre première Note[1] : il suffit en effet de noter la déviation du galvanomètre à des temps égaux, le télescope restant fixe pendant que l'image solaire se déplace sur le réticule thermo-électrique.

La masse de la soudure du couple n'étant que de 1 mg environ, l'indication est instantanée, et le galvanomètre indique fidèlement les variations d'intensité du flux de chaleur qui pénètre dans le télescope.

Cependant il y a lieu de tenir compte de ce fait, que le petit disque qui recouvre la soudure cesse d'être couvert entièrement par l'image du Soleil 13 secondes avant la fin du passage et ne cesse de recevoir l'action que le même temps après; il en est de même au commencement du passage.

Il s'ensuit que la couche doit être corrigée de l'action de ce disque.

Nous nous proposons, dans de prochaines recherches, de réduire les dimensions de la soudure et de faire des mesures relatives sur l'action des divers points de la surface solaire, l'étalonnage sur le four électrique devenant alors inutile et la sensibilité du couple thermo-électrique pouvant être réduite,

Voici à titre d'exemple le relevé d'une des nombreuses mesures faites au mont Blanc dans ces conditions :

Distance au centre exprimée en fonction du rayon pris comme unité.	δ = déviation en microvolts ramenée à la pleine ouverture du diaphragme.	Température absolue. — $T = 0,705\sqrt[4]{\delta}$.
0	3680	5490
0,125	3660	5480
0,250	3620	5170
0,375	3560	5440
0,500	3424	5390
0,625	3320	5350
0,750	3160	5280
0,875	2700	5060
1,000	1920	4660
1,125	1100	4060
1,250	500	2935
1,375	160	2500

Les courbes obtenues sont bien symétriques par rapport au centre de l'astre, l'inertie de la pile est donc complètement négligeable.

On remarquera que, en dehors du disque solaire, il existe encore une émission calorifique notable due, partie à la dimension de la soudure, partie à une émission calorifique extérieure à l'image solaire.

L'hypothèse sur la constitution du Soleil, qui semble le mieux s'accorder actuellement avec les faits connus, est que cet astre est composé d'un noyau central entouré d'une série de couches atmosphériques successives. Une correction grossière de l'absorption due à ces atmosphères peut être faite par un calcul analogue à celui que nous avons employé pour corriger nos mesures de l'absorption terrestre[1].

Des mesures faites au sommet du mont Blanc dans d'excellentes conditions atmosphériques ont fourni :

		Microvolts.
Rayonnement central	$i = 0°$	3640
— oblique	$i = 30°$	3480
— —	$i = 45°$	3160

Les deux premières mesures donnent pour I_0 (rayonnement corrigé de l'absorption solaire) $I_0 = 4867$ microvolts, la première et la troisième $I_0 = 5121$ microvolts.

En admettant que le noyau central fournit un *rayonnement intégral*[2], ces deux valeurs fourniraient comme température absolue du noyau :

$$\Theta = 0,705\sqrt[4]{4867} = 5888° \text{ absolus,}$$

$$\Theta' = 0,705\sqrt[4]{5121} = 5965° \quad »$$

Il est bien difficile de faire une hypothèse sur la valeur numérique du pouvoir émissif du noyau central, admis égal à l'unité dans le calcul précédent; on sait cependant que, pour la majorité des corps, le pouvoir émissif tend vers l'unité quand la température s'élève.

Nous avons essayé, par des mesures directes, de voir comment varie le pouvoir émissif avec l'incidence pour quelques corps réfractaires. En prenant comme unité le rayonnement normal, on trouve expérimentalement

---

[1] *Comptes rendus*, 8 octobre 1906.

[1] *Comptes rendus*, 22 octobre 1906.

[2] Expression heureuse de M. Ch.-Éd. Guillaume pour désigner le *corps noir*.

Ni^2O^3	$i = 0^\circ$	$R = 1,0$	$i = 75^\circ$	$R = 1,0$
MgO.	$i = 0$	$R = 1,0$	$i = 75$	$R = 0,82$
Platine . . .	$i = 0$	$R = 1,0$	$i = 75$	$R = 1,27$

On voit d'après ces mesures que l'oxyde de nickel se comporte bien comme un corps noir, son pouvoir émissif ne semblant pas influencé par l'incidence. Le rayonnement oblique de la magnésie est au contraire moindre que son rayonnement normal, tandis qu'au contraire un métal poli donne un rayonnement oblique plus élevé.

Les matières constituant le noyau central sont d'ailleurs dans un état que nous ne pouvons reproduire sur la Terre, étant soumises simultanément à une température énorme et à une pression formidable.

Discussion des mesures et résultats. — Toutes nos mesures de rayonnement, obtenues au moyen d'un galvanomètre à lecture directe, ne sont exactes qu'à 1 pour 100 près, ce qui conduit à une erreur possible de 2°,5 pour 1000° sur la température. L'erreur absolue sur la température solaire voisine de 6000° est donc de l'ordre de $\pm 15^\circ$.

La correction due à l'atmosphère terrestre conduit à augmenter le rayonnement observé au sommet du mont Blanc de 5 pour 100; celle due aux atmosphères du Soleil, beaucoup plus incertaine, conduirait encore à une augmentation de 37 pour 100 si l'on voulait avoir le rayonnement propre du noyau central. Il faudrait donc multiplier par $\sqrt[4]{1,37 \times 1.05} = 1,09$ la température maxima 5600° observée au sommet pour avoir la température du noyau qui serait ainsi de 6100°.

Toutes les courbes représentatives de l'intensité calorifique des divers points du Soleil que nous avons obtenues sont superposables lorsqu'elles sont tracées à la même échelle; par conséquent, leur forme est indépendante de l'altitude et par suite de l'action de l'atmosphère terrestre, elles semblent indiquer seulement l'effet atmosphérique solaire.

L'emploi du télescope pyrhéliométrique permettra donc d'étudier les variations de l'absorption de l'atmosphère du Soleil et d'en déduire les variations mêmes de l'action totale de cet astre, c'est-à-dire du nombre que l'on a appelé jusqu'ici *constante solaire*.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

Séance du 16 novembre 1906.

La fabrication électrométallurgique des alliages. — M. P. Girod, après avoir donné en quelques mots l'historique de l'électrosidérurgie, passe rapidement en revue les différents fours électriques employés dans la fabrication des alliages et de l'acier; il insiste un peu plus sur le four de son système dont il montre les avantages.

Il décrit ensuite avec détails la fabrication des différents alliages :

Ferro-siliciums. — On produit au four électrique des ferro-siliciums contenant 30, 50, 70 et 90 pour 100 de silicium. Ces alliages sont employés en fonderie de fonte, comme désoxydant pour les aciers et comme addition fixe dans la fabrication d'aciers à ressorts, d'aciers pour automobiles, et de tôles douces. La consommation annuelle en ferro-silicium atteint 25 000 tonnes.

Ferro-chromes. — C'est à M. Brustlein que revient l'honneur d'avoir introduit l'emploi du ferro-chrome. Le four électrique permet d'obtenir des ferro-chromes avec des teneurs en carbone variant de 10 à moins de 1 pour 100, la teneur moyenne en chrome étant de 65 pour 100. Ils sont utilisés dans la fabrication des blindages, des projectiles, des aciers à outils, etc. La production est de 5 à 6000 tonnes.

Silico-manganèses. — Il existe deux types de ces alliages : l'un renfermant 60 à 70 pour 100 Mn et 20 à 25 pour 100 Si; l'autre, contenant 45 pour 100 Mn, 22 à 25 pour 100 Si. Ils sont destinés à remplacer le ferro-manganèse. On fait aussi un silico-mangano-aluminium renfermant 10 à 12 pour 100 d'aluminium. Ces produits sont toujours destinés aux additions finales, dans la fabrication courante.

Ferro-tungstènes. — Ces alliages sont préparés par le traitement électrique de la wolframite. Ils remplacent la poudre de tungstène dans la fabrication des aciers spéciaux, notamment des aciers à coupe rapide.

Ferro-molybdènes. — Ils sont obtenus en partant de la molybdénite et restent moins utilisés que les précédents.

Ferro-vanadiums. — Obtenus en partant d'acide vanadique, ils commencent à être utilisés pour la production des aciers au vanadium, qui ont des qualités remarquables.

Ferro-tantale. — Arrive sur le marché sidérurgique en promettant beaucoup.

Ferro-uranium. — Très peu utilisé.

M. Girod renvoie au Bulletin pour des tableaux donnant les analyses de nombreux ferro-alliages. Il termine sa Communication en faisant ressortir le rôle important joué par les alliages ferro-métalliques dans les progrès de la métallurgie moderne.

M. L. Guillet se félicite d'avoir provoqué, au nom de la quatrième section du Comité, la très intéressante communication de M. Girod, qui soulève deux problèmes importants : la fabrication des alliages ferrométalliques, la préparation des aciers au four électrique.

Au point de vue alliages ferrométalliques, M. Guillet fait ressortir l'importance de la préparation des produits avec des teneurs en carbone très faibles, cela parce que, d'une part, la tendance de plus en plus grande de la fabrication des aciers spéciaux pour construction mécanique est de préparer des alliages très peu carburés et, d'autre part, certains carbures — notamment ceux de vanadium, bore et tantale — sont insolubles dans le bain

d'acier liquide; dans ce cas, il y a donc une partie du métal qui n'est pas utilisée et, de plus, le carbure qui peut rester interposé dans l'acier amène de la fragilité.

M. Guillet rappelle ensuite le mode de préparation du silicomanganèse par fusions séparées du ferrosilicium et du ferromanganèse, ces deux alliages étant ensuite coulés dans une même poche; il y a alors précipitation du graphite. Il pense que le ferromolybdène qui, au dire de M. Girod, n'a pas toujours donné de bons résultats, n'a pas été employé convenablement; les proportions du molybdène étaient probablement trop grandes. Quant au ferrovanadium, celui à 25 pour 100 semble être le meilleur, au point de vue de l'homogénéité du produit final.

Au point de vue de l'électrosidérurgie, M. Guillet demande qu'une discussion générale soit ouverte; il fait ressortir l'importance de la question et les points acquis, à savoir que :

Le four électrique permet d'obtenir des aciers au moins équivalents aux meilleurs aciers au creuset.

Le four électrique est le meilleur four d'épuration connu.

Dans certains cas particuliers, le four électrique est intéressant pour la fabrication de la fonte.

La plupart des usines du centre de la France se préoccupent de la question; les usines du Creusot ont un four en marche, déjà depuis plusieurs années; les établissements Jacob Holtzer font construire un four Keller important. Enfin, les hauts fourneaux et forges d'Allevard, les usines de la Praz, celles de Gysinge, livrent déjà depuis trois ou quatre ans des aciers à outils préparés au four électrique. Tous ces faits montrent l'importance de la question, et M. Guillet souhaite vivement que l'on y revienne ultérieurement par une discussion générale.

M. F. Clerc fait remarquer que M. Girod en comparant, au cours de sa communication, le silico-manganèse fabriqué au four électrique au ferro-manganèse produit au haut fourneau, a fait ressortir les avantages que présente le silico-manganèse pour son emploi en sidérurgie à cause de son absolue pureté en soufre.

Or l'affinité du soufre pour le manganèse est telle que l'intégralité du soufre contenu dans le lit de fusion passé dans le haut fourneau passe dans le laitier à l'état de sulfure de manganèse et que le ferro-manganèse produit ne contient pas trace de soufre.

Si M. Girod a constaté du soufre dans de l'acier fabriqué en se servant de ferro-manganèse pour l'addition finale c'est que, peut-être, l'alliage employé renfermait un peu de scories; mais le ferro-manganèse ne peut contenir trace de soufre pas plus que le silico-manganèse fabriqué directement.

M. le Président remercie M. Girod d'avoir bien voulu quitter ses usines et venir faire, sur la demande de la quatrième section du Comité et de M. Harlé, président de la sixième, l'intéressante communication que l'on vient d'entendre.

Les deux sections intéressées se mettront d'accord pour provoquer, au cours de l'année prochaine, une discussion sur ce sujet.

BIBLIOGRAPHIE

Traité de Manipulations et de Mesures électriques et magnétiques industrielles, par Pécheux. — *J.-B. Baillère et fils*, éditeurs, Paris, 1906. — Format : 18 × 12 cm; 536 pages. — Prix : 6 fr.

Le nom seul de M. *Pécheux* évoque involontairement chez moi le souvenir du sobriquet malicieux, s'il n'était pas aussi spirituellement amical, de « *Bêcheur* à la ligne » dont m'a plaisamment affublé mon intime rédacteur en chef. S'il me reste, je n'aurai d'ailleurs à m'en prendre qu'à moi dont il dépendait de ne pas le publier. Ce sera mon châtiment pour avoir, en toutes circonstances, obéi à ma conscience, ce qui n'est plus de mise aujourd'hui. On voudra bien y voir aussi, je l'espère, que, dans mes critiques, je ne me ménage pas plus que les autres. — Je suis heureux, en tout cas, de n'avoir pas à justifier mon titre sur l'auteur de ce volume. J'y constate, au contraire, avec plaisir, combien se comprennent et s'insinuent peu à peu dans l'enseignement les principes et définitions G.G.S. si énergiquement posés et défendus envers et contre tous par M. Hospitalier, et ce, malgré une répulsion instinctive chez l'homme pour la soumission apparente à l'idée d'un autre, si logique, raisonnée et scientifique, c'est-à-dire indépendante, qu'elle soit. Ce n'est pas que, la vieille habitude reprenant momentanément le dessus, il n'échappe encore parfois aux mieux intentionnés quelques erreurs; mais, quand elles sont exception, on a à peine le droit de les regretter, tant elles font heureusement ressortir la correction, ou tout au moins la bonne intention de correction du reste. Je vise particulièrement ici la première phrase de l'auteur : « Nous allons exposer ici les méthodes actuellement employées dans les laboratoires pour obtenir les *quantités* électriques et magnétiques usuelles »; et, le mot souligné, j'ai à peine besoin, j'en suis sûr, de lui rappeler que ce ne sont pas les quantités elles-mêmes, mais les *grandeurs* des quantités que donne la mesure desdites quantités. — Ceci dit, l'ouvrage se divise en trois parties comprenant d'abord l'énoncé des lois qui régissent les phénomènes étudiés et la définition des quantités physiques par lesquelles ils se manifestent, avec indication des unités qui servent à en mesurer les grandeurs; — puis la description des étalons de mesures employés à cet effet; et enfin la description et le mode d'utilisation des appareils destinés à effectuer ces mesures, ainsi que les méthodes mêmes de mesure des quantités considérées. — Celles-ci comportent d'ailleurs, indépendamment des quantités électriques et magnétiques appelées sur le titre, les tem-

pératures industrielles, les quantités de chaleur dégagées par les courants et l'intensité lumineuse des lampes électriques. — Sans s'astreindre à l'exposition de toutes les méthodes applicables à un cas déterminé, l'auteur a sagement choisi parmi elles celles qui, tout en donnant de bons résultats, sont les plus pratiques et n'exigent qu'un nombre restreint d'appareils, cas de la majorité des laboratoires. De ces appareils, les plus connus parmi les meilleurs ont été étudiés aussi complètement que possible, à l'exclusion d'autres modèles appartenant à la même série et ne différant la plupart du temps que par des détails d'exécution. Enfin aucune méthode n'a été présentée sans être suivie d'une application immédiate dans laquelle l'installation des appareils, les précautions à prendre pour leur lecture exacte et l'approximation des résultats obtenus ont été l'objet d'une attention spéciale. — On voit en tout cela un sens professoral élevé qui fait le plus grand honneur à l'auteur et fournit de précieux éléments de travail et d'instruction aux nombreux élèves de nos écoles d'arts et métiers ou d'application si multipliées dans ces derniers temps. E. BOISTEL.

Schalttafelbau (CONSTRUCTION DES TABLEAUX DE DISTRIBUTION), par A. BOJE. — *Max Jänecke*, éditeur, Hanovre, 1906. — Format : 18 × 12 cm; 188 pages. — Prix : 3,50 fr.

Nous avons eu l'occasion de signaler, il y a un certain temps, un petit ouvrage, allemand aussi, très bien fait, sur la construction des rhéostats, interrupteurs, commutateurs, etc., petits appareils, en somme, de commande et de distribution des courants électriques. Celui-ci comporte la réunion et l'assemblage systématique de ces appareils et de tous autres complémentaires, tels que ceux de mesure, et peut être d'un précieux secours pour les électriciens qui ont à s'occuper de projets, de construction, de surveillance ou d'appréciation de tableaux de ce genre, du moins pour basses tensions, ne dépassant pas 500 volts. L'auteur n'a pas eu la prétention d'envisager tous les cas susceptibles de se présenter, mais bien de fournir, indépendamment des détails d'exécution des divers éléments entrant dans la composition d'un de ces tableaux, des exemples assez féconds, pour ne pas dire complexes, pour permettre d'en tirer des applications immédiates à un cas déterminé. L'ouvrage se divise d'ailleurs en deux parties fort inégales, comme on le comprend, traitant des tableaux de commande : l'une, pour génération, l'autre, pour distribution de courants électriques. Il va de soi que la première est de beaucoup plus importante que la seconde, qui s'en différencie peu en l'espèce. — Ce petit volume est le tome X de la *Bibliothèque de Technique générale* de l'éditeur hanovrien bien connu. E. BOISTEL.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. JOSSE, *17, boulevard de la Madeleine, Paris.*

---

368 008. — **Gentil.** — *Nouvelle borne électrique* (21 avril 1906).

368 052. — **Ducousso.** — *Perfectionnements apportés aux canalisations électriques* (13 juillet 1906).

368 078. — **Société Gesellschaft für Herkules Elemente.** — *Électrode en charbon* (16 juillet 1906).

367 969. — **Kaiser.** — *Procédé pour retirer du four électrique les métaux des minerais* (11 juillet 1906).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Est-Lumière. — Compagnie d'électricité de l'Est-Parisien. — L'Assemblée générale annuelle de cette Compagnie s'est tenue le 3 novembre sous la présidence de M. Gentil, président du Conseil d'administration.

Quelques renseignements concernant l'extension des concessions ont été d'abord fournis aux actionnaires : d'abord la commune d'Alfortville a accepté l'avenant au traité déjà en vigueur dans les autres communes dépendant du réseau. Cet avenant a été homologué par M. le Préfet de la Seine, ainsi que celui concernant la commune de Joinville, qui avait été accepté par cette dernière dans le cours de l'exercice précédent.

Les négociations engagées avaient, en effet, pour but, de la part de la Compagnie d'obtenir, en échange d'un abaissement des tarifs, la prolongation des concessions jusqu'à la date uniforme du 31 décembre 1940.

Le traité de Nogent-sur-Marne a été homologué par M. le Préfet de la Seine, et la Compagnie a conclu avec les municipalités de Fontenay-sous-Bois et de Bagnolet des traités qui sont soumis à son approbation et qui, comme les précédents, doivent prendre fin au 31 décembre 1940.

Les réseaux de Montrouge et de Nogent-sur-Marne ont été construits et l'installation est terminée dans la commune de Montreuil des feeders et transformateurs nécessaires pour livrer le courant à la Société d'éclairage de Montreuil.

Au mois d'avril on a commencé les travaux destinés à augmenter la puissance de l'usine centrale, ils sont poussés activement.

La Compagnie a commandé de puissants générateurs électriques qui pourront être installés dans la salle des machines sans qu'il soit nécessaire d'agrandir cette dernière. Dans cet ordre d'idées, le Conseil a cru bon cependant d'acquérir un terrain voisin de l'usine pour installer éventuellement le parc à charbon.

En ce qui concerne le développement pratique de la production il y a lieu de constater le nombre des transformateurs installés sur les réseaux en service. Ceux-ci étaient au 30 juin 1905, au nombre de 106, représentant une puissance de 3888 kw; au 30 juin 1905, on en comptait 144, représentant une puissance de 5782 kw.

A la même date la longueur des canalisations primaires et secondaires en service s'établissait comme suit :

Canalisations primaires :	
Feeders souterrains	76,9 km.
Câbles d'alimentation aériens	1,9
Canalisations secondaires :	
Câbles de distribution souterrains	18,8
— aériens	378,4
Total	476,0 km.

Comparativement aux chiffres connus au 30 juin 1905, il y aurait une augmentation totale de 99 km, dont 15,6 km pour les feeders souterrains, 81,4 km pour les câbles de distribution aériens et 2,2 km pour les câbles de distribution souterrains.

Le nombre total des polices en service au 30 juin 1906 est de 8310, représentant pour l'éclairage 109 400 lampes de 50 watts et pour la force motrice 3589 kw.

Ces chiffres étant comparés à ceux relevés au 30 juin 1905 permettent de constater que le nombre des polices en service a augmenté de 2200, représentant pour l'éclairage 28 000 lampes de 50 watts et pour la force motrice 900 kw.

Les résultats d'exploitation pour les deux derniers exercices se comparent comme suit :

	1904-1905.	1905-1906.
Recettes	1 072 090,60 fr.	1 445 527,75 fr.
Dépenses	641 861,36	791 474,87
Produit net de l'exploitation	430 229,24 fr.	654 052,88 fr
Coefficient d'exploitation	59,9	54,7

Ajoutons que la population totale des communes desservies est passée depuis les cinq années que la Compagnie exploite de 247 870 à 280 540 habitants, soit une augmentation de 32 670 habitants, représentant plus de 13 pour 100 de la population totale d'après le recensement de 1901.

Constituée en 1900, cette Compagnie qui n'avait alors comme unique exploitation que le réseau de Saint-Maur qu'elle venait d'acquérir, a depuis lors obtenu de nombreuses concessions, ayant toutes devant elles trente-quatre ans d'existence et distribue actuellement l'énergie électrique dans 18 communes représentant une agglomération de 280 000 habitants.

La situation financière de la Compagnie s'établit comme suit :

BILAN AU 30 JUIN 1906

Actif.

Usine centrale		5 564 750,32 fr.
Réseaux		5 667 080,15
Feeders		2 028 302,89
Frais de constitution		31 986,35
Frais de premier établissement		221 766,51
Obligations non émises	1 000 000	
A déduire obligations sorties aux tirages	53 500	
		946 500,00
Marchandises générales		195 291,57
Cautionnements aux communes		62 250,00
Caisse et banques		1 015 350,28
Débiteurs divers		184 001,64
Frais d'émission		736 570,00
Prime de remboursement sur obligations émises		339 175,00
Total		14 993 027,71 fr.

Passif.

Capital actions : actions anciennes		4 000 000,00 fr.
— actions nouvelles		2 000 000,00
Réserve légale		8 420,70
Réserve générale pour amortissement		650 000,00
Obligations émises	7 000 000	
A déduire obligations sorties aux tirages	216 500	
		6 783 500,00
A reporter		13 441 900,70 fr.
Report		13 441 920,70 fr.
Obligations non émises	1 000 000	
A déduire obligations sorties aux tirages	53 500	
		946 500,00
Dépôts de garantie des abonnés		62 336,85
Créditeurs divers		118 190,65
Actions : coupon n° 1		142 500,00
Obligations : coupons échus à payer		152 661,64
Obligations sorties à rembourser		111 424,00
Report à nouveau		17 495,87
Total		14 993 027,71 fr.

Aucun actionnaire n'ayant demandé la parole, M. le président a mis aux voix les résolutions suivantes :

Première résolution. — L'Assemblée, après avoir entendu lecture du rapport du Conseil d'administration et du rapport des commissaires des comptes, approuve le rapport et les comptes de l'exercice 1905-1906 tels qu'ils sont présentés par le Conseil d'administration.

Deuxième résolution. — L'Assemblée approuve l'emploi du bénéfice tel qu'il est proposé par le Conseil; fixe à 3 fr par action ancienne n°s 1 à 40 000 le dividende de l'exercice 1905-1906, les actions nouvelles n°s 40 001 à 60 000 ayant droit à ce dividende au prorata des sommes versées au 30 juin 1906 sur leur valeur nominale, soit à 1,125 fr, le tout sous déduction des impôts prévus par les lois de finance; décide de reporter à nouveau le solde du compte de profits et pertes s'élevant à 17 495,87 fr. Le dividende sera payable à partir du 1er décembre 1906.

Troisième résolution. — Sur la proposition du Conseil, l'Assemblée décide de porter au compte réserve générale pour amortissement le produit de la prime d'émission sur les nouvelles actions, soit 500 000 fr.

Quatrième résolution. — L'Assemblée, conformément aux stipulations de l'article 17 des statuts, confirme la nomination comme administrateur de M. Minvielle. Le mandat de M. Minvielle expire en même temps que celui des autres membres du Conseil d'administration, c'est-à-dire avec la présente Assemblée.

Cinquième résolution. — L'Assemblée donne quitus de leur gestion à MM. Bernheim, Berthon, Boyer, Brillouin, Dreyfus-Brodsky, Maxime Duval, Genty, Minvielle, Salles, Sarasin et Tourneux, administrateurs sortants arrivés au terme statutaire de leur mandat.

Sixième résolution. — L'Assemblée nomme administrateurs pour six ans sous réserve du roulement à pratiquer par le Conseil, conformément à l'article 17 des statuts, MM. Bernheim, Berthon, Boyer, Brillouin, Dreyfus-Brodsky, Maxime Duval, Genty, Minvielle, Salles, Sarasin et Tourneux et fixe à 20 000 fr par an le montant des jetons de présence prévu par l'article 23 des statuts.

Septième résolution. — L'Assemblée, conformément aux stipulations de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867 donne aux administrateurs toutes autorisations en ce qui concerne les traités et marchés à passer entre la Compagnie et les Sociétés dont ils sont administrateurs ou directeurs.

Huitième résolution. — L'Assemblée nomme commissaires chargés de la vérification des comptes pour l'exercice 1906-1907 MM. Alexandre et Ardouin, avec stipulation qu'en cas de décès, empêchement ou démission de l'un d'eux, il n'y aura pas lieu de pourvoir à son remplacement.

Elle fixe à 600 fr l'allocation attribuée à chacun d'eux.

L'Éditeur-Gérant : A. LAHURE.

58 571. — Imprimerie LAHURE, 9, rue de Fleurus, à Paris.



15e Année. — N° 360. 25 Décembre 1906.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

REVUE DE LA SCIENCE ÉLECTRIQUE

ET DE SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES

RÉDACTION	ABONNEMENTS	ADMINISTRATION
M. É. HOSPITALIER. 212ter, BOULEVARD PEREIRE. — PARIS. TÉLÉPHONE 536-02	PARIS ET DÉPARTEMENTS : 24 FRANCS PAR AN. UNION POSTALE : 26 FRANCS PAR AN.	9, RUE DE FLEURUS, 9 PARIS. TÉLÉPHONE 704-44

SOMMAIRE

MM. les Abonnés dont l'abonnement expire fin décembre sont priés de bien vouloir adresser à M. LAHURE 9, rue de Fleurus, à Paris, en un mandat-poste, le renouvellement de leur abonnement.

INFORMATIONS

Société internationale des Électriciens. — La prochaine réunion mensuelle de la Société aura lieu le mercredi, 9 janvier 1907, à 8h 30m précises du soir, dans la grande salle de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes, Paris.

Ordre du jour. — 1° Les signes conventionnels pour les schémas d'installations électriques, par *M. Brunswick*; 2° Le développement de la traction électrique, par *M. de Valbreuze* (Projections).

Prix de revient des tramways électriques. — D'après l'*Elettricita*, les prix de la construction des lignes électriques en Europe serait en moyenne les suivants :

Lignes à conducteurs aériens. — Pour une ligne à simple voie et à écartement normal avec la superstructure et l'équipement électrique, de 49 000 à 56 000 fr par km. Quand il s'agit de transformer une ligne de tramways à chevaux et lorsque la superstructure est en bon état, le coût de l'équipement électrique est d'environ 35 à 40 000 fr par km.

Lignes à conducteurs souterrains. — Le coût de la construction d'une ligne à conducteurs souterrains dépend en grande partie du mode de construction des caniveaux ainsi que de la profondeur des conduites d'eau et de gaz installées. Les dépenses peuvent être en général estimées de 170 à 250 000 fr par km. Les dépenses supplémentaires pour travaux accessoires peuvent dépasser 20 ou 30 pour 100. C'est ainsi que pour une ligne de 15 km de longueur, le coût de la ligne proprement dite s'est élevé à 200 000 fr le km, alors que le total des travaux accessoires s'est élevé à 85 000 fr par km, soit 30 pour 100 de la dépense totale.

Lignes à accumulateurs. — Le coût moyen d'installation d'une ligne de tramways à accumulateurs est environ le même que pour la traction animale et à vapeur, d'environ 30 000 fr par km. De plus il faut compter sur une dépense supplémentaire de 8 à 10 000 fr par voiture pour la batterie d'accumulateurs. Il faut en outre un plus grand nombre de voitures à cause du rechargement des batteries.

Lignes à contacts superficiels. — Le coût d'une ligne à simple voie équipée avec le système Diato, est d'environ 100 000 fr par km. Pour une ligne à double voie, la dépense est de 185 000 fr par km.

Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer. — M. le professeur Wyssling, secrétaire

de la Commission d'études, vient de publier un rapport relatif à l'énergie nécessaire à la traction, dont nous résumerons ici les points essentiels.

La question importante au point de vue économique pour la Suisse, est de savoir si la puissance hydraulique qu'elle possède est suffisante pour pouvoir installer partout la traction électrique. Dans cette étude, la Commission a admis que l'exploitation aurait lieu comme actuellement, au moyen de trains relativement lourds se succédant à intervalles relativement grands, c'est-à-dire pour le cas le plus défavorable pour la consommation d'énergie électrique.

Les essais entrepris sur divers parcours donnèrent comme résistance moyenne au roulement 4,5 kg par tonne (express de 5 à 8 kg, trains de voyageurs 4,5 à 5 et trains de marchandises de 3 kg à 3,2). Comme résistance en courbe de 1500 m de rayon, pour les chemins de fer de la confédération, 0,5 kg par tonne; et pour la ligne du Gothard, avec 970 m de rayon, 0,7 kg par tonne. Ce dernier chiffre, le plus défavorable admis donna une résistance totale moyenne de 5 kg par tonne. On trouva une résistance totale au roulement de 10 kg par tonne en moyenne, pour les chemins de fer à voie étroite.

Dans le calcul du travail journalier pour le démarrage, on a pris comme base que l'ensemble des départs s'effectuerait sans que, dans le travail d'accélération correspondant à la vitesse maximum admissible, on tint compte du démarrage en pente et de l'arrêt en rampe. On ajouta 30 pour 100 à la puissance nécessaire pour les trains de voyageurs et 110 pour 100 pour celui des trains express.

Comme poids moyen des trains on a admis pour des express fortement chargés 300 à 350 tonnes, pour ceux moyennement chargés 180 à 300 tonnes; pour les trains de voyageurs comme poids les plus lourds 200 à 250 tonnes, et comme charge moyenne 120 à 200 tonnes; pour les trains de marchandises les plus lourds 350 à 450 tonnes, et comme moyenne 275 à 400 tonnes, sur les chemins de fer fédéraux.

Sur la ligne du Gothard on a admis pour les express 300 tonnes, pour les trains de voyageurs 200 tonnes et pour les trains de marchandises 450 tonnes. Pour les autres lignes à voie normale on a admis pour les express 120 à 175 tonnes, pour les trains de voyageurs 100 à 175 tonnes et pour les trains de marchandises 100 à 150 tonnes.

Pour les chemins de fer rhétiques à voie étroite on a admis 120 tonnes, et pour les autres lignes à voie étroite 40 à 80 tonnes pour tous les genres de trains.

La quantité d'énergie mesurée aux roues motrices, nécessaire un dimanche pour tous les chemins de fer suisses à vapeur, s'élève d'après les horaires actuels à 1 150 000 chevaux-heures, et celle nécessaire aux manœuvres à 50 000 chevaux-heures de sorte que l'énergie totale s'élève à 1 200 000 chevaux-heures.

Pour un rendement moyen de 40 pour 100 (c'est-à-dire le rapport du travail utile aux roues au travail des turbines de la station primaire) les turbines devraient produire journellement 3 millions de chevaux-heures.

En admettant que l'on utilise des usines hydrauliques ayant des installations de tamponnage suffisantes pour arriver à compenser le travail nécessaire en hiver et en été, il n'y a à tenir compte que du travail annuel moyen. Afin de déterminer celui-ci, on a calculé le nombre de tonnes-kilomètres. Le nombre de ceux-ci est de 25 078 110, et le travail total nécessaire au transport, mesuré aux roues est de 965 675 chevaux-heures en moyenne par jour (ce qui comprend le travail pour l'éclairage, le chauffage et le transport).

Le travail journalier moyen est à peu près égal aux 30 pour 100 du travail d'un jour d'été et à 105 pour 100 de celui d'un jour d'hiver.

Ce travail journalier (966 000 chevaux-heures environ) correspond au plus à 2 400 000 chevaux-heures aux turbines des stations primaires, ce qui donne une puissance constante de 100 000 chevaux.

En moyenne le travail nécessaire au chauffage et à l'éclairage est de 4 pour 100 du travail total, celui pour la force vive (éventuellement récupéré) de 25,3 pour 100, celui du freinage sur pentes (éventuellement récupéré) de 16,5 pour 100, au total (éventuellement récupéré) 41,6 pour 100.

Le réseau suisse entier a été partagé en environ 140 parties et le diagramme de la puissance nécessaire a été tracé pour chacune de ces portions. Le rapport entre la puissance maximum et la puissance moyenne varie pour la plupart de ces parties entre les valeurs 7 et 12, s'élève dans plusieurs parties à 15 et 20 et est au maximum de 37.

Dans des cas particuliers ce rapport est sensiblement inférieur (sur la ligne du Gothard, il est de 3,2 à 4). Il a été constaté que les variations sont énormes. Les stations génératrices devront avant tout pouvoir suffire pour ces variations. Même en construisant des centrales desservant de grands réseaux, les installations mécaniques devront être assez puissantes pour donner au besoin le quintuple de la puissance moyenne. En construisant des stations desservant des réseaux plus petits, les installations mécaniques devront pouvoir livrer au besoin dix fois et même plus que la puissance moyenne.

Dans les conditions actuelles d'exploitation il ne faut pas songer à l'emploi de batteries d'accumulateurs-tampons pour faire cesser ces variations. Si l'égalisation a lieu au moyen de réserves d'eau elles devront avoir les proportions indiquées ci-dessus et cela n'est possible que dans le cas d'emploi de hautes chutes.

Installations à Buenos-Aires. — L'année prochaine sera érigée dans cette ville une station centrale de 100 000 kw. Actuellement il y a 5 groupes de turbines à vapeur Paarsons de 7500 kw chacun, en construction en Suisse, ces groupes tournant à une vitesse angulaire de 750 t : m, devront pouvoir débiter 900 kw pendant 2 heures et actionneront des alternateurs triphasés à 12 500 volts. Une des turbines devra pouvoir être accouplée à 2 génératrices, l'une travaillant à 25 périodes, l'autre à 50 périodes. Ce groupe pèsera avec son condensateur 376 tonnes et une fois mis en place son prix atteindra près d'un million de fr.

L'humidité et l'huile des transformateurs. — D'après M. Kintner, la présence de 4 pour 100 d'eau diminue la distance explosive de l'huile de moitié. S'il y a beaucoup d'eau il s'en dépose au fond; s'il y a un peu d'eau mélangée, on le reconnaît au bruissement que produit un fer rouge plongé dans l'huile. De l'huile sèche doit avoir une distance explosive d'au moins 4 mm entre boules de 12 mm de diamètre pour 30 000 v. On prend la moyenne de 10 essais, et dans aucun d'eux la tension disruptive ne doit descendre au-dessous de 25 000 v. Pour débarrasser l'huile de son humidité, on peut employer les procédés suivants.

1° Séparation mécanique, par repos prolongé ou au moyen d'appareils à force centrifuge. Est à employer comme préparation à un procédé plus délicat.

2° Séparation par diffusion à travers un diaphragme. Ce procédé est grossier.

3° Séparation électrostatique par suite des constantes diélectriques différentes de l'eau et de l'huile et de leurs attractions différentes dans un champ électrique statique. Procédé insuffisant.

4° Réchauffage au moyen de résistances ou par insufflation d'air à 105-110° C. L'application très longue de ces procédés entraîne souvent la décomposition de l'huile.

5° Réchauffage à 50 ou 60° C, dans une étuve où l'on fait le vide. Procédé long et coûteux.

6° Procédé chimique en projetant des matériaux s'alliant à

l'eau. La Compagnie Westinghouse emploie de la chaux. Après déshydratation l'huile est filtrée dans un filtre à sable. Ce procédé est le meilleur et le plus économique en le combinant avec celui indiqué au paragraphe 2

Aluminium. — L'*English Aluminium* vient de faire l'acquisition à Proz (Valais) d'un terrain de 4 hectares destiné à recevoir des usines d'aluminium. Les eaux des Dranses, de Liddes et de Ferrez seront captées, puis seront amenées à 400 m au-dessus de leur confluent normal pour, de là, descendre sous pression aux usines de Proz. On évalue à 5000 kw environ la puissance de l'usine en basses eaux. Cette installation nécessitera la construction d'une voie ferrée de Martigny à Orsières, qui fonctionnera avec du courant fourni par l'usine elle-même.

Les progrès des turbines à vapeur. — MM. Ch.-A. Parsons et I. Walker, dans une conférence à l'*Institut of marine Engineers*, ont donné le tableau suivant indiquant les progrès réalisés dans la construction des groupes turbines à vapeur et dynamo.

ANNÉE.	PUISSANCE EN KW.	CONSOMMATION DE VAPEUR EN KG : KW-H.	VIDE EN CM DE MERCURE.	SURCHAUFFE EN DEGRÉS.	PRESSION DE LA VAPEUR EN KG : CM².
1887. . .	75	22,68	»	»	8,44
1892. . .	100	12,25	68,6	10	»
1898. . .	1250	8,55	71,1	82	9,91
1901. . .	2000	7,85	68,6	92	10,55
1902. . .	3000	6,69	68,6	115	9,70
1904. . .	4000.	6,38	72,8	66	14,06

L'électricité en Espagne. — D'après la dernière statistique publiée par le *Bulletin de la Chambre de commerce française de Madrid*, le nombre des usines électriques installées, en 1904, était de 1151 représentant une puissance de 99512 kw. Parmi ces usines 979 sont antérieures à 1901. La période d'activité la plus intense s'étend en effet de 1898 à 1901; pendant ces quâtres années, il a été mis en service 435 usines. Les usines peuvent se classer d'après le tableau suivant :

Usines fondées avant 1901	979
— en 1902	99
— en 1903	70
— en 1904	3

L'électricité est surtout utilisée pour l'éclairage. Les usines destinées à la distribution d'énergie motrice n'augmentent que légèrement, et celles destinées uniquement à la traction sont plutôt en diminution. Ces usines peuvent se classer comme il suit :

	Nombre d'usines.	Puissance en kw.
1° *Service public.*		
Transport d'énergie	5	1 487
Lumière et énergie	114	38 144
Lumière	670	45 577
Traction	8	6 347
Totaux	798	91 555
2° *Service privé.*		
Transport d'énergie	8	545
Lumière et énergie	34	3 329
Palais et hôtels	11	251
Éclairage des établissements industriels	302	3 744
Fours et industries	1	90
Totaux	356	7 951

Les usines sont actionnées principalement par des chutes d'eau, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant, dressé pour la région madrilène :

	Nombre d'usines.	Puissance en kw.
Machines à vapeur	75	8 100
Machines hydrauliques	145	9 500
Machines à gaz	25	1 500
Machines à vapeur et hydrauliques	12	6 500

L'assurance des machines et des appareils électriques. — L'assurance des appareils électriques en Angleterre est en augmentation constante. En 1905 l'augmentation du nombre d'appareils assurés a augmenté de 16,7 pour 100, le nombre des accidents et des dommages signalés a augmenté 32,8 pour 100 et les indemnités payées de 28,5 pour 100. Le rapport indique que les détériorations aux électromoteurs augmentent toujours, malgré les prescriptions indiquées dernièrement par les sociétés d'assurances, de sorte que l'on peut admettre que sur huit moteurs, l'un d'eux est abîmé dans l'année. Les moteurs à courant continu sont de 40 pour 100 plus endommagés que ceux à courants alternatifs. Par contre, les génératrices à courant continu sont plus rarement endommagées que les alternateurs (22 pour 100 en moins). La statistique montre la proportionnalité en centièmes des accidents des diverses parties des machines et appareils.

	Génératrices.	Moteurs.
Induits, rotors	53	48
In ucteurs, stator	6	13
Collecteurs, balais	25	28
Diverses parties	16	11

Pour les démarreurs, combinateurs, etc., les proportions sont les suivantes.

Bobines de résistance	48
Contacts et interrupteurs	15
Appareils à rupture automatique	15
Diverses parties	21

La proportion des causes de détérioration sont indiquées au tableau suivant (en centièmes).

	Génératrices.	Moteurs.	Appareil de réglage.
Accidents dus au hasard	15	9	22
Inattentions	14	19	11
Usure	21	25	25
Mauvaise construction	23	18	9
Surcharges	»	2	»
Mauvaises manœuvres	»	»	7
Causes diverses	27	27	28

CHRONIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

DÉPARTEMENTS

Cajarc (Haute-Garonne). — *Station centrale.* — La commission municipale chargée d'étudier le projet de traité pour l'éclairage électrique de la ville de Cajarc a terminé ses travaux. Diverses modifications, acceptées du reste par le concessionnaire, y ont été apportées. Il ne tient plus qu'à ce dernier d'en hâter le dépôt définitif pour qu'il soit au plus tôt soumis à la ratification du conseil municipal, qui, à ce qu'il paraît, est absolument décidé à signer.

Nous sommes persuadés que M. Jean Vialattes mettra tout l'empressement nécessaire pour que cette affaire ne subisse aucun retard. Le public tout entier lui en sera reconnaissant, car il escompte déjà les services que rendra à chacun ce nouveau mode d'éclairage, qui assurera de la lumière en permanence, et cela du coucher au lever du soleil.

En outre de ces considérations, il est à peu près certain que cette installation favorisera le développement de l'industrie.

La Bocca (Alpes-Maritimes). — *Traction électrique.* — Un récent décret vient de déclarer d'utilité publique l'établissement dans le département des Alpes-Maritimes, suivant les dispositions générales du plan dûment visé, d'une ligne de tramway à traction électrique destinée au transport des voyageurs et des messageries entre la Bocca au hameau de Golfe Juan et le champ de courses de Madelieu.

Limonest (Rhône). — *Éclairage.* — Le conseil municipal s'est réuni, il y a peu de jours, en séance ordinaire, sous la présidence de M. Sabarly, maire. La concession de l'éclairage électrique est définitivement accordée à M. Perret, et la convention entre la commune et le concessionnaire est adoptée et signée. L'éclairage public fonctionnera le 30 mars prochain.

Nîmes. — *Transformation de la station centrale.* — La Société Nîmoise d'électricité, qui a acquis, on le sait, l'usine et le matériel de la Compagnie Ferranti, fait procéder actuellement à la transformation et à l'agrandissement de l'ancienne usine de cette Compagnie au boulevard Talabot.

Un nouveau bâtiment construit en pierres de taille et briques vernies polychromes sera affecté à la transformation des courants triphasés reçus des usines génératrices du Sud électrique. L'usine du boulevard Talabot agrandie et aménagée deviendra l'usine centrale et recevra normalement le courant transmis par l'usine hydraulique construite au delà de Ganges pour l'utilisation des chutes de la Vis.

L'usine à vapeur sise à la rue Pavée sera conservée de façon à pouvoir fonctionner en cas d'accident survenu dans la transmission du courant à l'usine du boulevard Talabot.

ÉTRANGER

Liège. — *Régime futur.* — La concession, actuellement détenue par la Société Liégeoise d'Électricité, de la production et de la fourniture de l'électricité pour l'éclairage, le chauffage et la force motrice, à Liège, doit prendre normalement fin le 16 juillet 1918. Mais une clause de son cahier des charges permet à la Ville de la reprendre, dès le 16 juillet 1908, moyennant préavis d'un an.

La Commission spéciale que le Conseil communal a chargée d'examiner les questions — si importantes aujourd'hui au point de vue de la Caisse communale — du gaz et de l'électricité, vient de se prononcer pour la reprise dès 1908. Les principales raisons sont le prix beaucoup trop élevé de l'électricité, prix qu'il n'est pas possible de réduire sérieusement, puisqu'il n'y a qu'une marge de 11 centimes entre le prix de revient de l'énergie fixé par la Société et le prix de vente (0,49 et 0,60 le kw-h). D'autre part, les installations de la Société sont devenues tellement insuffisantes qu'elle se trouve dans l'obligation de refuser des abonnés. Enfin, le réseau fixé par le contrat de 1893 doit être sensiblement étendu, pour permettre à un plus grand nombre d'habitants de jouir des avantages de la concession d'électricité.

Toutes ces raisons ont décidé la Commission d'électricité à proposer la reprise de la concession actuelle et la mise en adjudication d'une nouvelle concession dont elle vient d'adopter le cahier des charges.

Le Conseil communal sera appelé très prochainement à se prononcer et aura à décider tout d'abord sur le principe de l'adjudication ou de l'exploitation en régie. Le projet de cahier des charges prévoit une adjudication-concours, permettant de présenter toutes les hypothèses possibles, notamment l'utilisation des installations actuelles, ou leur remaniement, ou l'édification de nouvelles, etc.

Dans le premier cas, le concessionnaire aurait à sa disposition ces installations et toutes celles qui seraient à y ajouter, la Ville restant propriétaire du tout et le concessionnaire n'ayant que le souci de l'exploitation, sous forme de fermage.

La concession nouvelle, quelle qu'en soit la forme, comportera le droit exclusif d'établir sur ou sous toutes les voies publiques de la Ville, des conducteurs d'électricité, avec réserve en faveur des tramways et chemins de fer vicinaux, et en faveur des installations électriques que la Ville voudrait faire pour ses services ou la voirie.

La Ville considère que les installations de la nouvelle concession devront permettre d'atteindre, moyennant agrandissements successifs, une production de 9000 kw, avec un minimum immédiat de 1500 kw.

Les canalisations distributives, placées souterrainement sauf décision contraire du Conseil, auront une longueur de 15 190 m, répartie entre 55 rues.

L'exploitation comportera la fourniture : 1° du courant à la tension de 500 v, nécessaire aux tramways communaux, au prix de 20 c le kw-h dont le quart revient à la Ville;

2° La fourniture du courant aux abonnés, à la tension de 110 v, au prix dès l'abord de 60 c le kw-h, mais avec réduction à 30 c pour 250 à 500 h par semestre, à 25 c pour 500 à 750 h, à 20 c pour 750 à 1000 h et 15 c au delà de 1000 h.

Une seconde réduction sera accordée aux abonnés d'après l'importance de leur facture semestrielle : 5 pour 100 entre 250 et 500 f; 10 pour 100 entre 500 et 1000 f; 15 pour 100 entre 1000 et 2000 f; 20 pour 100 entre 2000 et 5000 f; 25 pour 100 pour la partie dépassant 5000 f.

Avec l'approbation du Conseil, d'autres réductions pourront être accordées aux abonnés dont la consommation serait particulièrement avantageuse pour l'usine d'électricité.

La Ville paiera l'éclairage public au même prix que les abonnés et garantit une consommation annuelle de 60 000 kw-h au moins.

Pour les relations du concessionnaire avec la Ville, le cahier des charges prévoit qu'il devra lui payer une redevance fixe, pour l'intérêt et l'amortissement des installations faites par la Ville, sur le pied de 3 pour 100 pour la première année, avec augmentation d'un demi pour 100 chaque année jusqu'à un maximum de 5 pour 100.

En outre, la Ville percevra une part des bénéfices nets — c'est-à-dire la différence entre les recettes brutes et toutes les dépenses d'exploitation — égale à 90 pour 100 pour les premiers 150 000 f, 75 pour 100 pour la partie entre 150 000 et 200 000 f et 50 pour 100 pour l'excédent.

La concession, ainsi définie, serait accordée pour un terme de neuf ans, avec faculté pour la Ville de la reprendre après l'une ou l'autre des cinq dernières années, moyennant une indemnité de 15 000, 20 000 ou 25 000 f, suivant le chiffre des bénéfices constatés. La Ville serait, dans ce cas, obligée de garder, pendant au moins un an, tout le personnel dont le traitement est inférieur à 3600 f.

Voilà comment le projet de cahier des charges présenté fixe les conditions de l'exploitation dans le cas prévu du fermage, toutes les installations étant payées par la Ville.

Mais comme nous l'indiquions en commençant, les soumissionnaires pourront présenter toutes autres combinaisons. Afin de les encourager, une indemnité de 5000 f sera accordée au projet classé deuxième et une de 3000 f au troisième, les documents fournis restant la propriété de la Ville.

Les conditions actuelles de l'exploitation sont les suivantes :

Les installations que la Ville devra reprendre, valent 1 150 000 f.

Le compte de 1905-1906 a donné 405 192 f de dépenses et 720 794 f de recettes, soit un bénéfice net, au profit exclusif de la Société d'Électricité, de 315 000 f; (dans les dépenses, on a compris la redevance de 79 977 f perçus par la Ville).

La consommation d'électricité a monté de 415 000 kw-h en 1900 à 775 000 en 1905, plus le courant fourni aux tramways (1 599 000 kw en 1905).

Soulignons ce bénéfice énorme de 315 000 f, dans une entreprise, dont le capital ne doit guère dépasser un million.

NEUVIÈME EXPOSITION INTERNATIONALE

DE

L'AUTOMOBILE, DU CYCLE ET DES SPORTS

(7-25 *décembre* 1906.)

Le *Salon de l'Automobile* organisé par l'*Automobile-Club de France*, avec le concours des Chambres syndicales des industries de l'Automobile, du Cycle et des Sports, est devenu, sous l'impulsion puissante, artistique, habile, ferme, et cependant toujours souriante, du merveilleux metteur en scène qu'est M. Gustave Rives, le plus important événement sportif, mondain, technique et scientifique de l'année.

Bien que l'industrie spéciale dont ce Salon consacre et glorifie le gigantesque développement ne touche que par certains côtés celle qui nous intéresse plus particulièrement, l'électricité y occupe cependant une place honorable, et même, au point de vue de l'éclairage, une place d'honneur qu'aucun autre illuminant ne saurait lui ravir. Nous signalerons donc, dans une revue rapide, les choses les plus intéressantes de cette manifestation unique au monde, en ce qui touche leurs applications directes ou indirectes à l'industrie électrique, en commençant par l'éclairage.

Éclairage. — L'éclairage du Salon comprenait deux parties distinctes au point de vue exploitation, l'une dépendant de l'Administration, l'autre des exposants, mais alimentées toutes deux à des sources communes.

Fourniture du courant. — Le courant était fourni par les installations suivantes :

1° Le Secteur des Champs-Élysées (courant alternatif, fréquence 40), jusqu'à concurrence de 500 kilowatts.

2° Le Métropolitain (courant alternatif, fréquence 25), jusqu'à concurrence de 1800 kilowatts.

3° L'usine Lacarrière (courant continu à 110 volts) alimentant 150 lampes Cooper-Hewitt, les phares, les projecteurs et les ascenseurs.

4° Le Secteur de la Rive Gauche (courant alternatif, fréquence 42), jusqu'à concurrence de 30 kilowatts.

5° Compagnie de l'Ouest, usine des Moulineaux (courant alternatif, fréquence 25), jusqu'à concurrence de 500 kilowatts.

6° Compagnie de l'Ouest (courant continu, 110 volts), pour l'alimentation des phares et des projecteurs.

7° Une usine volante (courant continu, 110 volts), établie par M. Beau, aux Invalides, pour le service des exposants.

8° Les installations spéciales établies par les exposants aux Invalides pour l'éclairage de leurs stands (moteurs à gaz pauvre, moteurs à pétrole, etc.).

Grand-Palais.— Les installations du Grand-Palais étaient faites par la *Société générale d'Illuminations*, constituée en 1901 par la maison *Paz et Silva*, d'une part, et la *Compagnie générale d'Éclairage et de Force*, d'autre part.

Les lampes de 14 watts installées par la Société d'Illuminations étaient au nombre de 61 200 environ, ainsi réparties :

Avenue Alexandre et façades du Grand-Palais	10 500
Grande Nef. Motif central	17 500
— Côté Seine	10 400
— Côté Champs-Élysées	10 600
— Côté orchestre	1 500
— Côté grand escalier	9 600
Salle Antin	1 100
Total	61 200

On a installé, de plus, 150 lampes à vapeur de mercure Cooper-Hewitt.

Quant aux abonnés, ils sont desservis par les soins de M. Lacarrière, concessionnaire de l'État au Grand-Palais. M. Lacarrière fait l'installation des branchements et des compteurs à un tarif fixé par la puissance du compteur et vend l'énergie aux abonnés à raison de 14 centimes par hecto watt-heure. Il est impossible de fixer, même approximativement, l'importance de l'installation des exposants et le nombre de lampes qu'elles comportaient. On sait seulement que la consommation, au moment du maximum, atteignait environ 15 000 ampères sous 110 volts, soit plus de 100 000 lampes d'illuminations à ajouter aux 61 000 de l'Administration, rien que pour le Grand-Palais.

Invalides. — Toute l'installation a été faite par M. Henri Beau. En ce qui concerne le service de l'Administration, il a été installé 18 500 lampes de 14 watts ainsi réparties :

Pont Alexandre	1 700
Avenue des Invalides	2 000
Façade du bâtiment. Côté Seine	1 850
— Côté Invalides	1 200
110 lustres intérieurs	8 500
Guirlandes	3 250
Total	18 500

Énergie totale. — L'énergie électrique totale absorbée par les installations de l'Administration seule pendant les dix-sept jours d'ouverture du Salon a atteint 75 000 kilowatts-heure. La consommation journalière, qui oscillait entre 4000 et 5000 kilowatts-heure, a atteint, le jour de clôture, le 23 décembre, 7500 kilowatts-heure, sans compter la consommation des exposants.

Foyers lumineux. — En dehors des lampes à incandescence d'illumination, des arcs ordinaires et à flamme et des lampes au tantale, l'Exposition a montré pour la première fois au public quelques lampes nouvelles à filament métallique dont nous avons parlé dans notre dernier numéro, et les lampes *Bastian* à vapeur de mercure, consommant seulement 0,5 à 0,6 ampère sous 110 volts, et que nous décrirons prochainement.

Allumage électrique. — Les accumulateurs cèdent de plus en plus la place aux magnétos d'allumage haute et basse tension, sans qu'il y ait cependant de grandes modifications apportées aux systèmes depuis l'année dernière.

Éclairage électrique des automobiles. — Dans la lutte engagée entre l'acétylène et l'électricité pour cette application spéciale, l'électricité gagne du terrain, grâce aux nouvelles lampes à filament métallique, qui permettent de réaliser des lampes de 2, 4, 6 et 8 volts, ne consommant que 1,5 watt par bougie. Le poids de la batterie à emporter se trouve réduit de moitié, ou, ce qui revient au même, pour le même poids, on a une quantité d'éclairage double. M. *Paul Gadot* s'est fait une spécialité de ces éclairages. M. *Eyquem* dispose sur la voiture une dynamo spéciale qui a pour objet de maintenir la batterie d'accumulateurs toujours en charge.

MM. *Bossu, Erlotti et Cie* ont fait un pas de plus en employant une batterie d'accumulateurs plus puissante, à laquelle on fait fournir le courant nécessaire au démarrage du moteur à pétrole et qui, une fois en marche, maintient la charge de la batterie.

Voitures électriques. — Pas de changements à signaler, ni de dispositions spéciales présentant une importance réelle. La voiture électrique est aujourd'hui classée, et n'attend plus son perfectionnement que du côté de l'accumulateur.

Voitures à transmissions électriques et voitures mixtes. — Nous avons pu constater que le public est, en général, porté à confondre ces deux systèmes cependant si différents. Dans la voiture à transmissions électriques, toute la puissance produite par le moteur thermique passe par la dynamo, s'y transforme en puissance électrique et, de là, va aux moteurs électriques où elle se transforme de nouveau en puissance mécanique. L'énergie supporte ainsi le rendement de deux transformations successives avant d'atteindre les roues. Dans la voiture mixte, le moteur thermique est toujours en prise directe : on ne transforme en énergie électrique que celle restant disponible pendant la marche à faible vitesse, les arrêts, les ralentissements, etc., et le moteur électrique fournit un *supplément* de puissance pour les démarrages et les côtes. Ce sont donc deux solutions entièrement différentes comme principe et comme dispositions.

Les voitures à transmissions électriques exposées étaient au nombre de deux : la *Voiture Kriéger* et la *Mercédès électrique* de MM. Lohner et Porsche. Nous leur consacrerons un article spécial.

La voiture mixte comptait un seul représentant : l'*Auto-mixte*, que nous avons décrite en détail l'an dernier, et à laquelle il n'a été apporté que des perfectionnements de détail.

Groupes électrogènes à gaz pauvre. — Le Concours de groupes électrogènes à gaz pauvre organisé pendant le Salon présentait, pour les électriciens, un intérêt de premier ordre. Il avait pour objet d'appeler l'attention des constructeurs, d'une part, et des directeurs d'hôtel, d'autre part, sur la réalisation d'un petit groupe *gazogène-moteur-dynamo* destiné à l'éclairage électrique d'un hôtel moderne d'importance moyenne.

Les résultats obtenus dans ce concours avec certains appareils ont été fort intéressants. Ils ont démontré que, même pour une puissance de 10 à 12 kw utiles, la consommation d'anthracite ne dépassait pas 750 à 1000 g par kw-h, soit moins de la moitié de ce que consommerait un moteur à vapeur sans condensation, le seul qui puisse être employé en concurrence pour une aussi faible puissance. Nous décrirons prochainement quelques-uns de ces appareils qui auront pour effet de permettre l'éclairage électrique dans bien des petites villes qui ne disposent pas encore d'une station centrale.

Applications diverses. — A côté des applications d'un caractère purement automobile, le Salon de 1906 présentait à ses visiteurs un nombre incalculable d'appareils accessoires dont quelques-uns présentent, pour notre industrie, un intérêt très réel : aciers spéciaux, fer-acier, roulements à billes, procédés de soudure, machines-outils, transmissions à vis, autoloc, etc., etc.

Par son importance, par son luxe, par son succès, le Salon annuel de l'Automobile tend à devenir le Salon annuel de l'Industrie mécanique et électrique, en même temps qu'il fait de Paris, pendant le mois de décembre, le centre mondial du mouvement commercial et intellectuel. Espérons que notre bonne Ville saura conserver pendant longtemps encore cette cause de richesse et ce titre de gloire. É. H.

SUR LA RÉALISATION

DE

COURANTS RIGOUREUSEMENT DÉPHASÉS

D'UN QUART DE PÉRIODE

PAR L'EMPLOI DE CIRCUITS PUREMENT INDUCTIFS

On sait qu'il est souvent intéressant, pour les moteurs et pour les compteurs à courant alternatif, d'obtenir dans deux dérivations un déphasage d'un quart de période entre les deux courants qui les traversent. Ce déphasage ne peut s'obtenir qu'approximativement dans le cas où l'on utilise seulement des phénomènes d'induction.

Il n'est pas à la connaissance de l'auteur[1], qu'il ait été démontré par le calcul que l'on peut arriver à obtenir un déphasage exact d'un quart de période, sans emploi d'une capacité, en utilisant simplement, outre la self-induction des deux branches, leur induction mutuelle.

Désignons les deux dérivations par 1 et 2, leurs résis-

[1] Dr E. Mullendorf, *Elektrotechnische Zeitschrift* du 15 novembre 1906.

ances par R_1, R_2, leurs coefficients de self-induction par L_1, L_2, leur coefficient d'induction mutuelle par $L_{1.2}$, et les valeurs instantanées des intensités des courants par i_1 et i_2, on aura :

$$R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + L_{1.2} \frac{di_2}{dt} = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + L_{1.2} \frac{di_1}{dt}.$$

Pour l'état permanent, cette relation peut être remplacée par l'équation de vecteurs suivante :

$$R_1 (I_1 \varphi_1) + \omega L_1 \left(I_1 \varphi_1 + \frac{\pi}{2}\right) + \omega L_{1.2} \left(I_2 \varphi_2 + \frac{\pi}{2}\right) =$$
$$= R_2 (I_2 \varphi_2) + \omega L_2 \left(I_2 \varphi_2 + \frac{\pi}{2}\right) + \omega L_{1.2} \left(I_1 \varphi_1 + \frac{\pi}{2}\right),$$

dans laquelle I_1 et I_2 sont les amplitudes des courants dérivés, φ_1 et φ_2 leurs angles de phase par rapport à la différence de potentiel sur laquelle les dérivations sont branchées, et ω la pulsation.

Pour le déphasage $\varphi_2 - \varphi_1 = \psi$, on a :

$$R_1 I_1 = L_2 [R_2 \cos \psi - \omega (L_2 - L_{1.2}) \sin \psi]$$
$$\omega (L_1 - L_{1.2}) = I_2 [R_2 \sin \psi + \omega (L_2 - L_{1.2}) \cos \psi],$$

d'où l'on tire :

$$\text{tang}\, \psi = \omega \cdot \frac{(L_1 - L_{1.2}) R_2 - (L_2 - L_{1.2}) R_1}{R_1 R_2 + \omega^2 (L_1 - L_{1.2})(L_2 - L_{1.2})}.$$

La condition

$$\psi = \frac{\pi}{2},$$

devient donc :

$$\omega^2 = \frac{R_1 R_2}{(L_1 - L_{1.2})(L_2 - L_1)}$$

et cette relation est satisfaite pour une valeur de $L_{1.2}$, comprise entre L_1 et L_2, et qui a pour valeur :

$$L_{1.2} = \frac{1}{2} (L_1 + L_2) \pm \sqrt{4 (L_1 - L_2)^2 \frac{R_1 R_2}{\omega^2}}.$$

Elle est satisfaite pour deux valeurs positives de $L_{1.2}$, qui, en choisissant convenablement L_1 et L_2, sont réelles.

Résumé. — L'on peut obtenir un déphasage d'un quart de période entre les courants circulant dans les deux branches dérivées d'un circuit principal, sans avoir recours à une capacité, en utilisant l'induction mutuelle des deux branches dérivées. F. L.

PROGRÈS DES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES

(SUITE [1])

LA VOIE HUMIDE

Comme nous l'avions exposé au début de cette étude, la voie humide constitue un processus tout spécial dans l'ensemble de l'électrométallurgie. Aussi courte que soit l'expérience que l'on puisse posséder en cette matière, il est possible, dès à présent, de formuler quelques tendances fort caractéristiques : par exemple, que le four électrique constitue l'instrument par excellence pour l'extraction des métaux de leur minerai, alors que l'électrolyse, au contraire, est l'agent idéal pour l'affinage des métaux, en particulier lorsqu'il s'agit de séparer et de récupérer les métaux précieux contenus dans le métal brut.

Ceci est si vrai que ce n'est que dans des cas spéciaux, par exemple l'or, l'antimoine, que la voie humide peut être employée pratiquement avec succès pour l'extraction du métal. Partout ailleurs il s'agit de raffinage et séparation : cuivre, plomb, alliages précieux, schlamms, etc.

Au point de vue économique, les progrès de l'électrolyse sont beaucoup plus lents que ceux de l'électrothermie. A part le développement continu du raffinage du cuivre, et de la précipitation électrolytique de l'or de ses solutions cyanurées, l'on peut dire que le tableau que nous avions esquissé dans notre précédente revue, en est resté au même point. Il y aurait lieu d'y ajouter cependant, bien que sortant du domaine de la métallurgie proprement dite, les progrès considérables de l'électrozincage ou galvanisation électrolytique. Nous allons étudier ces trois industries, et passerons rapidement sur le reste.

CUIVRE

Le raffinage de ce métal est le plus bel exemple d'application de l'électrolyse humide, et atteint un développement inouï. Dans notre précédente étude, la proportion du cuivre raffiné électrolytiquement était de 60 pour 100 par rapport à la production mondiale de ce métal; aujourd'hui, elle est de 85 pour 100; demain, ce sera la totalité du cuivre produit qui passera par la raffinerie électrolytique.

Aux 32 raffineries internationales dont nous avions mentionné l'existence, il y a lieu d'ajouter la raffinerie de M. J. Nicoleef, à Moscou, installée en 1904, et de signaler l'agrandissement toujours croissant des raffineries américaines.

La production de cuivre aux États-Unis a été, en 1905, de 344 000 tonnes métriques; toute cette production a été affinée électrolytiquement dans les 9 raffineries de l'Union, dont les chiffres suivants mesurent l'importance des principales d'entre elles :

Raffineries de la Raritan Copper Works, à Perth-Amboy, capacité de production 130 000 tonnes par an.

Raffinerie de la Smelting and Refining C°, Anaconda, capacité 90 000 tonnes.

Raffinerie De Lamar, à Chrome (New Jersey), capacité 54 000 tonnes.

Raffinerie de la Nicholls Chemical C°, capacité 50 000 tonnes, etc.

Nous avons fourni, dans notre premier travail, des

[1] Voy. *L'Industrie électrique* (1906), n° 347, p. 251; n° 348, p. 285; n° 350, p. 334; n° 352, p. 379; n° 353, p. 406; n° 354, p. 432; n° 355, p. 451; n° 358, p. 524.

chiffres détaillés sur la raffinerie d'Anaconda ; voici des détails sur les deux autres principales raffineries américaines, celle de Perth-Amboy et de De Lamar.

L'usine de Perth-Amboy est la plus puissante installation de ce genre au monde; admirablement située au centre d'un réseau ferré important, avec un embarcadère sur le fleuve Raritan, ses bâtiments couvrent une surface de 182 000 mètres carrés et renferment un matériel capable de fournir plus de 10 000 tonnes de cuivre par mois. Les points les plus intéressants de son installation sont certainement l'admirable organisation de ses laboratoires de chimie et de physique, — le premier, pour les innombrables analyses de cuivre brut, raffiné, d'électrolyte, etc., — le second, pour les essais mécaniques, électriques et métallographiques du cuivre raffiné. Aucun lot de cuivre ne sort de l'usine sans un double certificat délivré par ces laboratoires.

La force motrice est fournie par 5 machines compound type vertical, de 1200 poncelets, entraînant à 150 tours, par accouplement direct, 5 dynamos à courant continu, de 1000 kilowatts; un de ces groupes électrogènes sert de secours, les 4 autres envoient un courant de 4000 ampères dans quatre groupes de chacun 400 bacs connectés en série. Le nombre total des bains, contenant chacun 22 anodes et 23 cathodes en parallèle, est de 1600, soit, chaque anode pesant 200 kilogramme environ, une masse de métal immobilisé de 7000 tonnes. Tous ces chiffres sont vertigineux !

La manutention de ces 35 000 anodes et de ces 37 000 cathodes, apparaît, *à priori*, comme une opération redoutable ; or elle s'effectue mécaniquement avec la plus grande facilité : la salle d'électrolyse est munie, au-dessus des rangées de bacs, d'un chemin de roulement; à l'extrémité de chaque rangée, on dispose, sur un support en fer, les 22 électrodes dans la position exacte qu'elles auront dans le bain; la grue vient, enlève le tout (soit 3,5 à 4 tonnes) et s'en va poser son fardeau dans un des bacs, pendant que l'on prépare un second montage.

L'obtention des cathodes mères est également fort curieuse. Cent quatre-vingt bacs séparés sont spécialement destinés à la fabrication de ces lames; celles-ci sont obtenues en se servant de plaques en tôle de cuivre que l'on graisse en les plongeant dans un bain de suif fondu, et que l'on soumet à l'électrolyse dans un bain de sulfate de cuivre très pur, pendant 36 heures. Au bout de ce temps, il s'est formé une mince lame de cuivre, qui se détache avec facilité de la plaque; cette lame est portée à des riveuses pneumatiques qui rivent les bandes de cuivre pour connexion, et la cathode ainsi obtenue, sur laquelle va se déposer le cuivre raffiné, est envoyée à la salle d'électrolyse: elle en reviendra au bout de 7 jours sous forme d'une épaisse plaque grenue qui passera aux fours pour être fondue en lingots, barres, ou bien travaillée directement.

Il y aurait encore bien des choses à dire sur cette installation, par exemple sur l'atelier de traitement des schlamms pour en extraire les métaux et métalloïdes précieux, sur l'atelier de purification de l'électrolyte et de fabrication de sulfate, etc., mais ceci nous entraînerait beaucoup trop loin ; nous préférons donner pareillement quelques chiffres sur une autre installation modèle, la plus récente, celle de De Lamar.

Cette raffinerie traite les cuivre bruts provenant de la région cuprifère de l'ouest; elle est installée pour produire 3600 tonnes de cuivre par mois. Voici quelques données sommaires sur ses constantes de fonctionnement :

L'énergie électrique est fournie par deux dynamos 115-130 volts alimentant deux circuits, l'un de 5000, l'autre de 6000 ampères environ. Le nombre total des bains est de 816, chacun d'eux comprenant 15 anodes et 16 cathodes. Les anodes pèsent 180 à 200 kilogrammes, et les cathodes sont enlevées toutes les semaines; elles pèsent alors 70 à 75 kilogrammes.

Nous ne nous arrêterons pas davantage sur cette question de raffinage du cuivre, qui, comme l'on voit, est définitivement résolue.

Fabrication électrochimique des sels de cuivre pour l'agriculture. — Qu'il nous soit permis incidemment, au sujet du cuivre, de revenir sur un point fort intéressant. Nous avions déjà signalé que le sulfate de cuivre était un sous-produit important des raffineries de cuivre et que sur les 39 000 tonnes de sulfate produites par les États-Unis 21 000 provenaient de ce chef; enfin, que l'exportation américaine (20 à 25 000 tonnes par an) était, en grande partie, absorbée par nos viticulteurs du Midi et d'Algérie pour leurs bouillies cupriques.

M. Côte, le distingué rédacteur en chef de la *Houille Blanche*, a développé la question devant la Société industrielle de Lyon, et exposé toute l'importance industrielle et agricole des sels de cuivre, en particulier du sulfate.

Ce sel possède l'heureuse propriété d'être, même à dose infinitésimale, un remède actif contre les maladies cryptogamiques de la vigne et de la pomme de terre. La quantité de sulfate de cuivre nécessaire pour traiter 1 hectare de vigne est de 40 à 50 kilogrammes par an, et notre consommation de ce produit atteint 35 à 36 000 tonnes par an, dont les deux tiers au moins sont d'origine étrangère. Il est donc intéressant de considérer l'obtention du sulfate, le débouché étant certain. Or, par un heureux hasard, les procédés chimiques de fabrication sont assez difficultueux; le sulfate de cuivre se prépare généralement par le procédé Lagache ou par le procédé au cément. Dans le premier cas, on attaque des rognures de cuivre à chaud par de l'acide concentré; la consommation d'acide est grande, car une bonne partie est décomposée sous forme d'anhydride sulfureux qu'il faut régénérer; le procédé au cément est plus pratique (il consiste à oxyder le cément et à dissoudre l'oxyde dans l'acide étendu), mais il exige la présence du cément, c'est-à-dire du résidu boueux de cuivre finement divisé que l'on obtient par précipitation au moyen du fer. En

résumé, le cuivre ne se dissout bien dans l'acide sulfurique que lorsqu'il est oxydé, ce qui est difficile à obtenir économiquement par voie chimique, alors qu'on y arrive très facilement par voie électrochimique : lorsqu'on électrolyse une solution d'un sel alcalin convenablement choisi, le sulfate de soude par exemple, avec anode en cuivre, celle-ci est dissoute par l'acide transporté à l'anode, mais la solution est précipitée par l'alcali généré à la cathode et qui se dilue dans le liquide, de sorte que, finalement, le résultat de l'opération est un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre, lequel, sous sa forme humide et finement divisée, se dissout dans tous les acides, même faibles, constituant ainsi une matière première idéale pour la fabrication des sels de cuivre. M. Campagne a étudié et mis en pratique un procédé basé sur ces réactions, susceptible de fournir d'excellents résultats économiques. Dans une usine hydraulique électrique où le prix du kilowatt-an serait de 55 francs, les frais de traitement d'une tonne de cuivre, donnant 4 tonnes de sulfate cristallisé, ressortent à 25 francs au total. Dans ces conditions, la mise en exploitation d'un tel procédé assurerait au domaine de l'électrochimie le bénéfice d'une branche importante de l'industrie, qui est surtout entre les mains d'usines étrangères.

J. Izart.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

L'équipement électrique d'une station de chemins de fer à Newcastle. — La *North Eastern C°* a inauguré récemment une nouvelle installation à la gare des marchandises de New Bridge Street à Newcastle, pour remplacer la station de Trafalgar, et pour répondre aux besoins du trafic qui augmente toujours dans la région importante dont Newcastle est le centre. La nouvelle construction établie partout en ciment armé, système Hennebique, a pour dimensions principales : longueur 150 mètres, largeur 54 mètres et hauteur 25 mètres.

Les machines sont partout du type le plus moderne, et sont beaucoup en avance sur toutes celles des autres stations. Partout on a prévu et organisé la manœuvre rapide des marchandises avec une dépense minimum de main-d'œuvre et de temps. On reçoit l'énergie électrique de la *Newcastle Electric Supply C°* sous la forme de courant continu à une tension de 480 volts; ce courant arrive à un tableau central dans l'usine d'où il est distribué aux diverses machines et aux circuits d'éclairage.

Les machines actionnées par l'énergie électrique comprennent 10 grues, 2 transporteurs, 6 cribles, 2 élévateurs de wagons, 1 transbordeur de wagons, 42 cabestans, soit 63 machines en tout. Les moteurs, qui sont au nombre de 95, sont du type série blindé multipolaire, à l'exception de ceux des cabestans, qui sont enroulés de façon à pouvoir enlever des charges variables avec de faibles variations de vitesse. Les machines sont protégées au moyen de disjoncteurs magnétiques aussi bien que par des fusibles, et lorsque les machines exigent deux moteurs, on emploie des contrôleurs universels. Les cages des grues destinées au mécanicien sont munies de tableaux et de coupe-circuits, tandis que des bouquets de lampes sont fixées sur les bras de la grue pour que l'opérateur puisse voir son travail clairement. La commande des machines se fait partout par engrenages taillés à la machine.

Les marchandises sont manipulées d'une façon très simple : les wagons sont tirés au moyen des cabestans dans l'un ou l'autre des élévateurs de wagons qui les amènent au niveau du sol.

Les transmissions à haute tension. — De récentes annonces en vue de l'utilisation des chutes de Victoria, en Afrique, ont attiré l'attention sur les transmissions à haute tension. On sait que, pendant ces dernières années, il y a eu une tendance notable à augmenter les tensions employées. Aujourd'hui, on emploie fréquemment en Amérique 60 000 volts. On cite 20 installations dans les États-Unis, au Canada et au Mexique fonctionnant à 50 000 volts ou même plus, tandis qu'il y a 5 ans, il n'y avait qu'une seule installation à cette tension. On a employé des tensions variant entre 40 000 et 60 000 volts pendant assez de temps pour que l'on puisse se rendre compte que dans les conditions climatériques des localités d'Amérique dans lesquelles ils sont situés, ils se sont parfaitement comportés. Les difficultés principales proviennent naturellement de l'isolation de la ligne. Le transformateur peut être construit pour fonctionner avec de très hautes tensions, et la difficulté n'est pas dans l'établissement de ces appareils.

L'emploi de pylones en fer permettant des portées de plus de 160 mètres forme la base des projets de plusieurs ingénieurs, ce sera un facteur rendant le coût de la ligne moins élevé, puisqu'on réduit le nombre de points à isoler. Il y a plusieurs vues diverses quant à la fréquence la plus convenable pour un tel projet de longue transmission. En plusieurs cas, on a choisi une fréquence de 60 pour les longues distances, quoiqu'il y ait des cas où on ait employé des fréquences de 50 et même de 25. Dans un tel service de longue transmission et de grande production de force motrice qu'on prévoit dans l'utilisation des chutes de Victoria, il est probable qu'on se décidera pour une fréquence plus basse que 25. Quant à la tension des alternateurs, il y a des installations maintenant en service où elle atteint 10 000 v; mais comme il faut employer des transformateurs, même dans ce cas, il est probable que la tension des générateurs sera peut-être de 2200 volts seulement. Il est inévitable que, dans la grande lutte d'entreprises industrielles ayant pour base le coût sans cesse croissant des combustibles, on développe toutes les sources de force motrice hydraulique que l'on peut trouver. Dans le siècle dernier, les entreprises industrielles ont gravité autour des mines de char-

bon, mais, dans l'avenir, on cherchera des sources de force motrice hydraulique comme on l'a fait au Niagara.

C. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 12 novembre 1906.

Sur la valeur relative des étalons lumineux, Carcel, Hefner et Vernon Harcourt. — Note de MM. A. Perot et Laporte, présentée par M. J. Violle. — Il s'attache un intérêt assez grand à bien connaître les rapports entre elles des valeurs des étalons lumineux à flamme, employés dans les différents pays; aussi est-ce sur la demande de la Commission internationale de photométrie que les recherches dont il s'agit ont été entreprises. Elles ont été exécutées au Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers par MM. Perot et Langlet, et au Laboratoire central d'Électricité par MM. Laporte et Jouaust. Les opérateurs, après avoir fait séparément des mesures nombreuses, se sont réunis pour exécuter des séries de contrôle.

Les déterminations ont été faites soit directement, en comparant simultanément entre elles les trois sources à étudier, soit indirectement, en les comparant à une source électrique intermédiaire.

Sans vouloir entrer dans le détail des opérations et des calculs qui seront publiés ailleurs, il nous paraît intéressant de signaler que, pour accorder entre elles des opérations faites avec des taux d'humidité très différents, variant de 10 à 18 litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec, il a fallu admettre que l'intensité de la lampe Carcel était affectée par la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, de la même manière que les deux autres sources, c'est-à-dire admettre pour elle une correction relative d'environ 0,006 par litre de vapeur d'eau contenu dans un mètre cube d'air sec.

Cette correction effectuée, les résultats des mesures sont les suivantes :

	Mesures directes.	Mesures indirectes.
V. Harcourt-Carcel	1,000	1,000
Hefner-Carcel.	0,0952	0,0929
Hefner-V. Harcourt.	0,0955	0,0929

Il y a lieu de remarquer que le produit des trois rapports, identique à l'unité dans les mesures indirectes, aurait pu dans les mesures directes différer systématiquement de l'unité, si les teintes des sources avaient influé sur les mesures. Cet effet, s'il existe, est entièrement masqué par les erreurs accidentelles. A cet égard, les comparaisons directes présentaient un certain intérêt, puisque leur concordance avec les mesures indirectes montre que, pour les sources étudiées, on peut caractériser chaque source par un nombre et introduire ce nombre dans les calculs numériques, bien qu'il résulte d'une impression physiologique.

En résumé, si l'on prend la moyenne des résultats donnés par les deux méthodes, on arrive au Tableau suivant :

	Valeurs des lampes.		
	Carcel.	V. Harcourt.	Hefner.
En Carcel	1,000	1.004	0,0930
V. Harcourt. . .	0.996	1,000	0,0931
Hefner	10,75	10.74	1,000

Ces études ont mis une fois de plus en lumière les difficultés d'emploi des étalons à flamme actuels, dont les écarts accidentels peuvent être élevés, qui nécessitent des corrections et ont montré l'intérêt que présenterait un étalon basé sur un phénomène physique aussi indépendant que possible des conditions extérieures, tel par exemple que l'étalon Violle.

Séance du 19 novembre 1906.

Pas de communication présentant un caractère électrique.

Séance du 26 novembre 1906.

Perfectionnement apporté à l'eudiomètre; sa transformation en grisoumètre. Recherche et dosage du formène et de l'oxyde de carbone, par M. Nestor Gréhant. (*Extrait.*) — J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des sciences l'eudiomètre à eau que j'ai perfectionné de la manière suivante :

La cloche graduée divisée en centimètres cubes, en cinquièmes ou en dixièmes, est fixée par un support nouveau à tige carrée portant à la partie inférieure un bouchon de caoutchouc traversé par deux fils de cuivre isolés, terminés par une anse de platine (inflammateur du professeur Coquillion); à la partie supérieure on fixe à l'aide de vis un curseur pourvu d'une cupule hémisphérique doublée de caoutchouc qui applique fortement la cloche eudiométrique sur la base de caoutchouc : dans ces conditions, jamais les gaz ne peuvent s'échapper par le bas de la cloche.

L'expérience montre qu'il faut envelopper l'eudiomètre d'un ou deux bocaux cylindriques pleins d'eau destinés à retenir les fragments de verre, en cas d'explosion. (Suivent les résultats d'expériences faites avec l'eudiomètre pour lesquelles nous renvoyons le lecteur aux *Comptes rendus.*)

Sur la conductibilité électrique du sélénium. — Note de M. Maurice Coste, présentée par M. G. Lippmann. — Les changements d'état que subit le sélénium sous l'influence de la chaleur, de la lumière ou de la pression, peuvent être mis en évidence par la mesure de sa conductibilité. Quand le changement s'effectuera rapidement, un thermomètre plongé dans une masse de sélénium pourra nous l'indiquer aussi. La thermochimie nous a fourni également des données précises. Exposant une

lame de sélénium à l'action d'une lampe à incandescence de 10,4 bougies, à 1 m de distance, pendant 5 secondes, la résistance initiale de 750000 ohms se trouve réduite à 425000 ohms. Le retour à l'état initial s'effectue lentement. Au bout de 10 secondes, la résistance est de 565000 ohms, de 30 secondes 620000, de 1 minute 680000, de 9 minutes 690000. Le retour à la valeur initiale n'est obtenu qu'au bout de 20 minutes.

Pour une exposition à la lumière de 1 minute, la résistance est sensiblement réduite de moitié, mais le retour à la valeur initiale exigera 3 heures 30 minutes.

Une exposition beaucoup plus longue à la lumière diminuerait encore la résistance, mais d'une petite fraction. L'action de la lumière produit donc une modification rapide; le retour à l'obscurité s'effectue lentement.

Chauffons du sélénium vitreux, il se transformera avec dégagement de chaleur. Cette transformation s'effectue avec une vitesse qui va en croissant avec la température.

La conductibilité du sélénium augmente jusqu'à 174°. Par refroidissement, la conductibilité du sélénium tend à reprendre la même valeur à la même température, mais très lentement. Du sélénium porté à 132° ne pourra reprendre, à 71°, la conductibilité qu'il possédait à cette même température que 14 heures après.

Sous l'influence de la chaleur, nous avons donc également deux transformations en sens inverse : l'une rapide quand la température s'élève, l'autre très lente quand la température s'abaisse.

De ce fait, le sélénium présentera en général une conductibilité résiduelle considérable. Il tend à prendre son état d'équilibre à une température donnée, avec une vitesse dépendant de cette température. Chauffons un échantillon de sélénium transformé : sous l'influence d'une élévation de température, nous produisons une augmentation de conductibilité, mais nous augmentons en même temps la vitesse de transformation résiduelle, le retour à l'équilibre. Un échantillon qui présentait à 17° une résistance de 32500 ohms n'en présente plus que 29700 à 24°, minimum; la résistance augmente ensuite jusqu'à 40000 ohms à 51°, pour décroître lentement jusqu'à 32000 à 95°. (Durée de l'expérience : 1 heure.)

Au-dessus de 174° la conductibilité du sélénium diminue. A 200°, par exemple, nous pouvons constater que la diminution très rapide d'abord, s'atténue ensuite. Elle ne paraissait pas complètement terminée trois heures et demie après. Par refroidissement rapide du sélénium fondu, nous éviterons en grande partie la transformation inverse : nous obtenons le sélénium vitreux.

Au point de vue de la conductibilité électrique, la lumière produit sur le sélénium le même effet qu'une élévation de température. Un échantillon de sélénium possédant une grande conductibilité résiduelle est insensible à l'action de la lumière. Il sera sensible si cette conductibilité résiduelle est faible. La sensibilité du sélénium aux différentes températures dépend à la fois de cette conductibilité résiduelle et de l'intensité lumineuse. Avec un échantillon très résistant et pour lequel une lampe à incandescence de 37,5 bougies à 1,25 mm produisait une variation de 70 pour 100 de la résistance totale, cet échantillon devenait insensible à la température de 100°. Ceci représente le résumé de nombreuses observations pendant lesquelles 2000 mesures ont été effectuées.

Séance du 3 décembre 1906.

Sur les égaliseurs de potentiel. — Note de M. H. Moulin, présentée par M. Mascart. — Parmi les égaliseurs de potentiel employés en météorologie, seul l'écoulement d'eau (ou d'un liquide quelconque) est rigoureux; quand l'équilibre est atteint, les gouttes qui s'en échappent n'emportent aucune charge et ces petites gouttes non chargées n'introduisent aucune perturbation du champ. Il n'en est pas de même avec les sels de radium, les flammes et les mèches, qui se mettent en équilibre grâce aux ions qu'ils produisent; l'équilibre sera obtenu quand ces collecteurs auront atteint un potentiel tel qu'ils reçoivent autant d'ions positifs que de négatifs, et les ions inutilisés, entraînés par le champ vers le bas ou vers le haut, suivant leur signe, pourront introduire une perturbation variable avec le vent.

D'assez nombreux essais ont été faits par divers expérimentateurs dans le but de vérifier le fonctionnement de ces égaliseurs, soit au dehors par comparaison directe dans le champ variable de la terre, soit en les portant dans un cylindre de Faraday chargé à potentiel connu, soit enfin en les plaçant dans un champ électrique connu et constant, au laboratoire. Les résultats obtenus varient suivant la méthode employée et ceux donnés pour la première sont incertains.

J'ai repris, sur les conseils de M. Langevin, l'étude de ces prises de potentiel en les plaçant dans un champ artificiel, d'abord au laboratoire, puis dans le vent, sur la deuxième plate-forme de la tour Eiffel. Dans le premier cas, le champ était obtenu à l'aide de deux panneaux de 2 m sur 1,50 m placés à 1 m de distance et entre lesquels je pouvais établir une différence de potentiel de 60 volts à 30 volts à l'aide d'une batterie de petits accumulateurs; dans le deuxième cas, le champ était obtenu entre le plancher métallique de la plateforme et un grand cadre horizontal de 90 m² garni de grillage métallique, suspendu à environ 4,10 m de hauteur, isolé et chargé à environ 450 volts à l'aide d'une batterie. Dans ce champ, j'ai comparé les indications des différents collecteurs à celles de l'écoulement d'eau en les disposant à l'extrémité du tube d'écoulement, de sorte que la légère perturbation introduite par le support du collecteur restait la même. Dans cette étude, j'ai uniquement cherché à déterminer quelles sont les perturbations à craindre, indépendamment de la déformation des surfaces équipotentielles qui proviennent de l'introduction de conducteurs dans le champ.

Sels de radium. — Les collecteurs avaient la forme de disques de 6 m de diamètre, sur l'une des faces desquels du sulfate radifère était collé à l'aide de vernis. Les perturbations sont de trois sortes :

1° Ces disques se mettent en équilibre avec une région située à une distance d'environ 2,5 cm de la face active pour

les vents faibles de l'ordre du mètre et qui diminue quand la vitesse du vent augmente.

2° En air calme, quand la surface du disque est perpendiculaire aux lignes de force, l'écart est plus considérable, dans le même sens, par suite d'une accumulation d'ions dissymétrique pour laquelle l'influence des charges situées du côté inactif prédomine. Cet écart était de l'ordre de 70 pour 100 dans les conditions où je m'étais placé; il diminue très vite avec le vent et s'annule pour un vent de l'ordre de 1,50 m par seconde. Quand le disque est parallèle aux lignes de force, l'écart dépend de sa distance aux plateaux et, dans un champ assez étendu, il s'annule pour le moindre courant d'air. Si le vent est tourbillonnaire, il se produit des écarts qui peuvent atteindre 10 à 15 pour 100 dans un sens ou dans l'autre, suivant que le courant d'air est ascendant ou descendant.

3° L'indication peut être trop faible en valeur absolue si la perche qui soutient le collecteur est soumise au rayonnement pénétrant, ou si les ions sont ramenés par le vent sur cette perche et sur les conducteurs qui la relient à l'électromètre. On supprime cette fuite en l'absence d'un tel vent en disposant le disque perpendiculairement à la perche, le côté inactif étant tourné vers cette perche.

Pour n'avoir qu'une erreur négligeable, il faudra donc :

1° Se placer dans des conditions où l'on ait un vent soufflant horizontalement sans tourbillons;

2° S'arranger de manière que la perche suive à son extrémité la surface équipotentielle qui passe par le centre du disque;

3° Disposer le disque, autant que possible, parallèlement aux lignes de force, le côté inactif vers la perche.

Pour les installations portatives, le vent devra venir du côté du support; pour les installations fixes, la perche sera dirigée du côté du vent le plus rare.

Flammes. — En l'absence de vent, les flammes donnent le potentiel d'une région située au-dessus d'elles à une vingtaine de centimètres. Cet écart diminue sous l'influence du vent et il s'annule quand la flamme se recourbe. Il est dû à ce que les ions sont entraînés à la fois par le champ et les gaz chauds; ceux qui se dirigent vers le bas sous l'influence du champ, s'accumulent dans la flamme et au-dessus d'elle. Avec les lampes genre Exner où la combustion se fait mal et qui filent, la région dont on mesure le potentiel est située à environ 2 cm au-dessus de la cheminée et cette erreur est peu modifiée par le vent jusqu'à extinction.

Un vent tourbillonnaire produit avec les flammes des écarts du même ordre qu'avec le radium.

Mèches. — Les mèches au nitrate de plomb ne produisent aucune perturbation par accumulation d'ions. Les écarts observés dans le champ se retrouvent sensiblement les mêmes quand les deux plateaux sont au sol. Les mèches prennent spontanément une charge positive variable qui dépend de la concentration de la solution qui a servi à imprégner le papier et de la quantité de cendres qui recouvrent la partie en ignition. Cette charge spontanée provient de l'émission de charges négatives qui se produit pendant la décomposition du nitrate de plomb et qui est contrebalancée par la mise en équilibre. Elle n'est que de l'ordre du volt quand la concentration de la solution est de 10 pour 100, elle est sensiblement nulle au-dessous de 5 pour 100; elle diminue dans tous les cas, quand, le vent activant la combustion, la vitesse de mise en équilibre augmente. A l'air libre, on utilisera de préférence des mèches de papier Berzélius norvégien à 5 pour 100 par temps calme et à 2 pour 100 en cas de vent pour éviter une combustion trop rapide.

Ainsi, contrairement à ce qu'on pensait jusqu'ici, les mèches donneront, surtout dans le vent, des résultats certains et précis; elles fourniront le meilleur procédé de réduction au plan des installations. Les flammes exigent des précautions analogues à celles exigées par les sels de radium, tout en étant infiniment moins pratiques. Seuls les sels de radium pourront remplacer l'écoulement d'eau dans les installations fixes, les mèches ne pouvant convenir à cause du déplacement du point exploré qui se produit au cours de la combustion.

Sur une explication théorique des phénomènes magnéto-optiques observés dans un cristal. — Note de M. Jean Becquerel, présentée par M. Poincaré (Voy. les *Comptes Rendus*).

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 6 décembre 1906.

La séance est ouverte à 8h 45m sous la présidence de M. Leblanc, président. Aussitôt après l'expédition des affaires courantes, l'ordre du jour appelle la communication de M. Guillaume sur **Les principes scientifiques de l'éclairage**; mais, en l'absence de M. Guillaume empêché, M. Bochet a bien voulu prendre la parole et entretenir la Société d'un sujet des plus intéressants à l'heure actuelle : **Les moteurs à gaz pauvre**.

1° *Moteurs.* — Les moteurs à explosion et à combustion ont pris dans ces derniers temps un développement considérable, grâce aux qualités bien connues de ces machines au point de vue économique.

On sait, en effet, que le rendement thermique d'une bonne machine à vapeur, qui dépense 1 kg de vapeur par cheval-heure, est seulement de 0,0715; si on passe au moteur à gaz de ville, dont la puissance calorifique est en moyenne de 5400 calories par mètre cube, on obtient un rendement de 0,226 avec une consommation de 0,5 mètre cube par cheval-heure. Le moteur Diesel, qui est un moteur à combustion, a un rendement meilleur encore qui atteint 0,372 avec une consommation de 170 grammes de combustible par cheval-heure; c'est un des chiffres les plus remarquables qui ait été atteint jusqu'à ce jour pour des moteurs industriels.

La compression, qui dans les moteurs à 4 temps influe beaucoup sur le rendement, dépend de la richesse du

mélange, on ne peut guère dépasser 4 à 5 kg:cm² avec les moteurs à essence, si on ne veut pas avoir des explosions anticipées; on peut, au contraire, pousser à 10 ou 12 kg:cm² avec le gaz pauvre.

La machine à 4 temps a le grave inconvénient de ne donner qu'une course motrice sur quatre, ses conditions d'irrégularité sont donc très grandes; aussi s'est-on efforcé depuis longtemps de corriger ce défaut. On a essayé les moteurs à deux temps. Ces machines se divisent en deux types : dans l'un d'eux, l'explosion, la détente et l'expulsion des gaz se fait dans le cylindre moteur, tandis que la compression se fait à part; ces machines consomment malheureusement plus que les machines à 4 temps équivalentes. Cela tient à la compression que l'on est obligé de faire dans un cylindre spécial et qui coûte un tiers plus cher de ce fait.

Dans le deuxième type, la compression, l'explosion et la détente se font dans le cylindre moteur, où les gaz sont admis par balayage par l'aspiration sur la face arrière du piston; il en résulte que l'admission correspond à une dépression qui entraîne une perte de charge; le mélange détonant est alors à une pression plus faible que la pression atmosphérique. Pour régulariser le couple moteur, on en est donc réduit à multiplier les cylindres (moteurs d'automobiles) ou à employer de lourds volants (moteurs fixes).

2° *Gazogènes.* — Le gaz pauvre est obtenu par la combustion en présence d'un excès de charbon et par l'injection de vapeur d'eau sur le foyer incandescent.

Quand on emploie un de ces gazogènes pour le chauffage, il n'y a aucun inconvénient à utiliser le gaz chaud contenant des poussières et des goudrons; mais quand il s'agit d'alimenter des moteurs, il faut employer du gaz refroidi et épuré.

L'injection de vapeur d'eau dans le gazogène a de grands avantages, car non seulement, elle refroidit les gaz, mais elle donne naissance à de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone par sa dissociation sur le foyer incandescent.

Les gazogènes se divisent en deux catégories : dans les uns, il y a injection d'air et de vapeur d'eau; ces gazogènes à soufflet ont de nombreuses applications pour d'autres machines que pour les moteurs; dans les autres types qui fonctionnent par aspiration, on a une circulation de gaz provoquée par le déplacement du piston moteur lui-même, ce sont les plus répandus.

M. Bochet fait projeter des schémas et des vues d'ensemble de gazogènes et de moteurs Pierson à gaz pauvre qui complètent agréablement son très intéressant exposé.

L'ordre du jour appelle ensuite la communication de M. Korda sur **Le Télégraphe rapide système Pollak et Virag**. Cet appareil ayant été décrit ici même [1], nous n'y reviendrons pas.

La séance est levée à 11 heures. A. S.

[1] Voy. *L'Industrie électrique*. 1900, n° 213, p. 473.

DOCUMENTS OFFICIELS

CHAMBRE DES DÉPUTÉS

(*Session de* 1906.)

PROPOSITION DE LOI sur les usines hydrauliques, présentée par MM. Pierre Baudin et Millerand, députés. (*Renvoyée à la Commission des travaux publics, des chemins de fer et des voies de communication.*)

EXPOSÉ DES MOTIFS

Messieurs, la proposition de loi que nous avons l'honneur de déposer sur le bureau de la Chambre a déjà fait l'objet : 1° d'un projet de loi présenté sous la septième législature par MM. Pierre Baudin, Ministre des travaux publics, et Jean Dupuy, Ministre de l'agriculture; 2° d'une proposition de loi déposée par MM. Pierre Baudin et Millerand sous la précédente législature. Elle avait dû être examinée par une Commission nommée pour étudier un projet de loi déposé par M. Mougeot, et dont les travaux n'ont pas abouti.

Nous espérons que celle-ci aura un sort meilleur.

Elle tend à réglementer par voie législative les concessions de chutes d'eau, en tenant compte à la fois des intérêts de l'industrie et des intérêts de l'État. Nous ne pouvons mieux faire que de reprendre l'exposé des motifs du projet de loi primitif.

Pour se rendre compte des difficultés que présente, sous la législation actuelle, l'utilisation de la force hydraulique naturelle, il faut distinguer les cours d'eau navigables ou non navigables.

Sur les cours d'eau navigables ou flottables, qui font partie du domaine public, les riverains n'ont aucune espèce de droits et l'État peut accorder des autorisations, dans les conditions où il le juge utile, à qui bon lui semble, sans être entravé par aucun droit d'usage. La législation ne fait donc pas obstacle à l'établissement de grandes usines hydrauliques destinées à aménager la force motrice de cette nature de cours d'eau, au mieux des intérêts généraux. Le seul inconvénient est que ces autorisations sont précaires comme toutes celles données sur le domaine public, qu'elles peuvent être retirées sans indemnité et que, par suite, on trouvera difficilement des capitaux disposés à s'engager dans une entreprise importante de cette nature, si on ne leur donne pas des garanties les mettant à l'abri de cette précarité.

Sur les cours d'eau non navigables ni flottables, la situation est toute différente. L'eau n'est pas domaniale, elle est « res nullius »; les riverains qui sont propriétaires du lit, ont sur l'eau un droit de jouissance qui leur permet de s'en servir et d'en utiliser la pente, sous la condition de respecter les droits des autres riverains, et sous réserve de la permission accordée par l'administration, qui n'intervient que dans un intérêt de police générale et qui réglemente les droits sans les concéder. Le riverain seul peut donc disposer de la force hydraulique dont le non-riverain ne peut jamais avoir le bénéfice; il ne le peut d'ailleurs que dans la limite de ses droits de riverain, en respectant les droits des riverains d'en face et des riverains d'amont; s'il a utilisé la pente des fonds « supérieurs » et si les propriétaires de ces fonds veulent ultérieurement faire usage de leurs droits, ils pourront obtenir des tribunaux un règlement qui privera l'usinier d'une partie de la pente dont il se servait. D'où la nécessité pour ceux qui veulent établir une usine d'une certaine importante, de passer des traités avec tous les riverains ayant des droits concurrents, et encore la validité de ces traités est-elle contestée par la jurispru-

dence et par la doctrine qui admettent difficilement la cession des droits de riveraineté indépendamment du fonds. D'où également la naissance de la spéculation des « pisteurs » ou « barreurs de chute » qui, par l'achat d'une bande de terrain de faible dimension, acquièrent des droits de riveraineté suffisants pour empêcher l'établissement d'usiniers en aval et essayent de se faire racheter ces droits moyennant un prix considérable.

La force motrice de ces cours d'eau se trouve ainsi aux mains soit de spéculateurs, soit de petits propriétaires qui n'ont pas la possibilité de l'utiliser dans les conditions qu'exige la grande industrie; elle est stérilisée au grand détriment de l'intérêt général.

Il existe cependant un cas où, avec la législation actuelle, il est possible de se servir de la force motrice des cours d'eau non navigables en dehors de tout droit de riveraineté : c'est celui de travaux publics déclarés d'utilité publique. S'il s'agit, par exemple, de prises d'eau ou de barrages à établir soit pour l'alimentation en eau d'une commune, soit pour la création de force électrique destinée à l'éclairage d'une ville ou d'un tramway, un décret déclare ces travaux d'utilité publique et confère au concessionnaire du service le droit de délivrer la quantité d'eau et d'aménager la force nécessaire, dans les limites et les conditions fixées par le décret, indépendamment de tous droits ayant leur origine dans le Code civil.

L'effet du décret est de transformer les droits de tous les usagers en un droit à indemnité pour dommages causés par l'exécution de travaux publics, ce droit à indemnité n'existant qu'autant qu'il y a dommage immédiat, c'est-à-dire autant qu'il s'agit d'usagers effectifs, tandis que les usagers éventuels, c'est-à-dire les riverains n'ayant pas fait usage de leurs droits de jouissance sur les eaux ne peuvent prétendre à aucune indemnité. En outre, le concessionnaire est investi du droit qui découle du décret d'utilité publique, de poursuivre par voie d'expropriation l'acquisition des terrains nécessaires à l'exécution des travaux.

Ce procédé permet donc de tirer parti du cours d'eau d'une manière satisfaisante, toutes les fois qu'il s'agit d'un service public proprement dit, qui peut seul faire l'objet de la déclaration d'utilité publique. Il ne peut être appliqué ni dans l'intérêt d'un ou plusieurs grands établissements industriels, ni dans l'intérêt simultané des services publics et de l'industrie.

Pour remédier aux lacunes de la législation, deux moyens viennent naturellement à l'esprit, qui impliquent tous deux le droit pour l'État de concéder la force hydraulique des cours d'eau.

Le premier moyen est celui qu'avait adopté la Commission parlementaire chargée d'examiner la proposition de loi de M. Jouart et dont M. Guillain était rapporteur : il consiste, tout en maintenant les usines dites d'utilité publiqne, pour tous les cas où il s'agit de services publics concédés dans les conditions actuellement admises, à créer un droit nouveau, une concession de propriété, pour la force hydraulique destinée à l'industrie privée, sous l'obligation de réserves d'eau et d'énergie pour les services publics éventuels : il y aurait là un droit de propriété perpétuelle portant sur la force hydraulique et les ouvrages nécessaires à son établissement et constituant « l'usine concédée » par opposition à « l'usine d'utilité publique ». Cette concession aurait de grandes analogies avec les concessions de mines. On pourrait également, dans le même ordre d'idées, faire de ce droit privé nouveau non pas un droit de propriété perpétuelle, mais un droit de jouissance temporaire qui, après un certain délai, ferait retour à l'État.

Le second moyen consiste à prendre comme point de départ de la réforme la concession en vue de services publics, telle qu'elle existe aujourd'hui, c'est-à-dire la concession de travaux publics; il suffirait de l'étendre à tous les cas, en l'appliquant non plus exclusivement aux usages publics, mais aussi aux usages privés liés à des usages publics immédiats ou éventuels.

C'est le système adopté dans le projet de loi qui reproduit la proposition actuelle; il se justifie par les considérations suivantes :

1° Il est préférable de ne porter atteinte ni aux règles générales du Code civil, ni aux principes spéciaux de la législation sur les eaux; la constitution d'une propriété nouvelle sur les eaux pourrait soulever des difficultés sérieuses tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique. Il vaut mieux s'en tenir à un type juridique connu, défini, de pratique courante, le contrat de concession de travaux publics, en l'assouplissant de manière à le faire répondre aux besoins signalés ci-dessus;

2° Il paraît inutile d'avoir deux types différents de concession, l'un pour les concessions industrielles, l'autre pour les concessions de services publics. En effet, d'une part, le critérium serait assez difficile à établir, puisque, dans tous les cas, il y aura des usages publics et privés à desservir tout à la fois et qu'il est nécessaire pour la bonne utilisation de la force qu'il puisse en être ainsi, tantôt l'usine publique devant revendre ses excédents à l'industrie privée, tantôt l'usine industrielle devant ménager des réserves pour les services publics. D'autre part, du moment où on admet que le but proposé présente une utilité générale, assez considérable pour mériter l'emploi de la déclaration d'utilité publique, faisant tomber les droits des tiers, du moment où l'administration se réserve le droit d'imposer à l'usinier l'obligation d'aménager une force hydraulique importante destinée à alimenter les services publics qui pourraient plus tard en avoir besoin, n'a-t-on pas le droit de dire que l'usine créée dans ces conditions a bien le caractère d'une usine publique, permettant de lui appliquer le régime des concessions de travaux publics?

3° Cette conception a l'avantage de trancher la question de la durée de la concession, qui devra ainsi nécessairement être limitée comme toutes les concessions de travaux publics: le caractère perpétuel de la concession de propriété serait de nature à soulever de graves et légitimes objections dans une matière où l'on en est encore à la période d'essais, où il serait téméraire d'engager définitivement l'avenir, où la valeur de la force hydraulique concédée pourrait, dans certaines circonstances économiques, augmenter dans des proportions impossibles à prévoir.

4° Elle permet en outre d'appliquer aux rapports avec les tiers des solutions qui ont déjà pour elles la sanction de la pratique administrative et de la jurisprudence.

C'est en s'inspirant de ces idées qu'a été préparée la proposition dont nous allons indiquer les principes généraux, en mettant à profit toutes les dispositions du projet de la Commission parlementaire qui pouvaient s'adapter au système de concession admis.

I. *Division en usines privées et en usines publiques.* — Les usines privées sont celles qui continuent d'être établies sous le régime de la simple autorisation, conformément au Code civil et aux lois et règlements sur les eaux, auxquels il n'est point dérogé.

Les usines publiques sont celles qui sont établies sous le régime de loi nouvelle, c'est-à-dire par voie de concession, en vertu d'un acte déclaratif d'utilité publique, qui sera un décret rendu sur avis conforme du Conseil d'État, sauf les cas exceptionnels pour lesquels il faudra une loi.

Les usines d'une puissance brute, en eaux moyennes, de 100 chevaux-vapeur devront toujours être établies comme usines publiques : il s'agit là, en effet, d'un aménagement de force important, qui excède les conditions ordinaires des usines privées dans l'état actuel et qui justifie l'intervention

administrative pour assurer les réserves d'énergie dont les services publics pourront avoir besoin plus tard.

Il est entendu qu'il n'est pas porté atteinte aux usines privées qui existeraient avant le vote de la loi, sauf dans le cas où il s'agirait d'accroître leur puissance antérieure, soit qu'elle dépassât déjà 100 chevaux, soit qu'il s'agît de la porter pour la première fois au delà de ce chiffre.

II. *Uniformité de régime pour les cours d'eau navigables et non navigables.* — La législation des usines publiques s'applique tout à la fois aux eaux de source, aux cours d'eau non navigables et aux cours d'eau navigables. La conséquence de ce principe est la suppression de la précarité des usines publiques sur les cours d'eau navigables : c'est là une condition absolument nécessaire pour permettre la création de grands établissements industriels, qui ne sauraient rester soumis à l'arbitraire de l'administration, libre sous le régime actuel de révoquer l'autorisation sans indemnité, ou de faire, dans l'intérêt de la navigation, des travaux qui peuvent amener la ruine de l'usinier; il n'y a aucun inconvénient à faire cesser cet arbitraire, beaucoup plus nuisible à la bonne utilisation des forces naturelles que profitable aux travaux publics, et à donner aux usines hydrauliques publiques les mêmes garanties sur tous les cours d'eau, en les assimilant aux usines fondées en titre, antérieures à l'année 1556 ou provenant des ventes nationales sous la Révolution. Il a déjà été reconnu à diverses reprises que la domanialité publique ne fait pas d'obstacle à ce que l'autorité publique confère aux concessionnaires, par voie de déclaration d'utilité publique, certains droits dont la suppression ou la diminution peut donner lieu à indemnité. C'est ce qui existe pour les concessions de tramways sur les voies publiques : on peut faire sur le domaine public fluvial ce qui a été fait sur le domaine public terrestre.

III. *Caractère de la concession.* — 1° La concession est faite par l'État dans l'intérêt de l'industrie et des services publics, c'est-à-dire qu'elle peut être faite soit en vue d'un service public immédiat avec la possibilité de desservir en outre tout de suite ou plus tard, des établissements industriels, soit en vue d'un ou plusieurs établissements privés, avec réserve des quantités d'eau et d'énergie qu'il pourra être utile de fournir aux services publics à créer ultérieurement.

2° La concession comprend uniquement la force hydraulique et les ouvrages, terrains, bâtiments qui servent à son aménagement, ainsi que les canaux destinés aux opérations d'assainissement ou d'irrigation qui peuvent être imposées au concessionnaire, à l'exclusion des usines ou des ouvrages d'utilisation qui emploient industriellement la force créée et qui demeurent absolument en dehors de la concession. La séparation est complète entre l'usine hydraulique publique et les installations privées ou publiques d'utilisation.

3° Le concessionnaire est libre de disposer, comme il l'entend, de l'eau et de la force motrice qui ne sont pas affectées immédiatement à un service public ou réservées pour ces services publics éventuels : il est, au contraire, en ce qui touche les services publics présents ou futurs, tenu de fournir l'eau et l'énergie dans les conditions et aux tarifs fixés par le cahier des charges. Pour éviter que l'eau et l'énergie, non immédiatement utilisée, et simplement réservée pour les services publics, ne soit stérilisée pendant la période où les services publics n'en auront pas encore besoin, la loi a soin de prévoir qu'elle pourra être affectée temporairement à l'industrie privée par des conventions particulières : le cahier des charges indiquera les conditions dans lesquelles ces conventions pourront être passées et le délai dans lequel devra être donné le préavis, quand la fourniture aux services publics deviendra nécessaire. Il pourra permettre, par exemple, d'en amodier une fraction pour d'assez longues périodes et d'autres fractions pour des périodes plus courtes, selon l'échelonnement probable des futurs ouvrages publics.

4° Les travaux d'exécution sont soumis à l'approbation du ministre dans le cas seulement où la sécurité publique et le régime des eaux sont intéressés, ou quand les ouvrages à construire doivent exiger des expropriations; dans les autres cas, on n'impose pas l'obligation d'une autorisation administrative.

5° L'usine publique avec toutes ses dépendances immobilières est classée dans le domaine public : les ouvrages en sont assimilés à ceux de la grande voirie pour la répression des contraventions.

6° L'administration a toujours le droit de prescrire les mesures nécessaires dans l'intérêt de la salubrité ou de la sécurité publique, par exemple pour prévenir les inondations, et il ne peut en résulter aucun droit à indemnité pour le concessionnaire. Dans tous les autres cas, au contraire, si les mesures prescrites ou les travaux faits (par exemple les travaux dans l'intérêt de la navigation sur les cours d'eau navigables) apportent un trouble quelconque au fonctionnement de l'usine, le concessionnaire a le droit d'en être indemnisé.

IV. *Institution de la concession.* — La concession est faite après une instruction destinée à faire connaître les avantages que peuvent présenter les demandeurs en concession dans l'intérêt général, et après l'examen d'une « Commission mixte des usines hydrauliques » instituée à cet effet. Elle implique, pour le concessionnaire, des charges de deux sortes : d'abord l'engagement de fournir aux services publics une certaine quantité d'eau ou d'énergie, soit gratuitement, soit à des prix suffisamment favorables; ensuite, quand il y aura lieu, un concours financier à des entreprises d'utilité publique dans la région.

On pouvait se demander s'il n'y avait pas lieu de prévoir également le payement d'une redevance. Sans doute, il n'y aurait rien d'excessif à exiger du concessionnaire une redevance en argent, ainsi que le principe en est admis sous la législation actuelle pour les usines sur les cours d'eau navigables; mais il faut éviter de donner à la réforme proposée un caractère fiscal; il est préférable d'obtenir des demandeurs en concession des sacrifices plus considérables dans l'intérêt des services publics, soit par un abaissement de tarif pouvant quelquefois descendre jusqu'à la gratuité pour les fournitures d'eau et d'énergie, soit par un engagement de prendre à leur charge en tout ou en partie l'exécution de travaux publics importants dont profiterait la région où s'établira la concession, tels que construction de routes, de chemins de fer, tramways, pose de canalisations pour l'éclairage, distribution de la force à la petite industrie, etc.; ce serait la généralisation d'une pratique admise récemment en matière de concession de mines et de nature à associer utilement l'intérêt des industriels et celui du public qu'il ne faut jamais perdre de vue.

V. *Rapports avec les tiers. — Dommages. — Servitudes. — Expropriations.* — 1° Usagers. — Les travaux sont des travaux publics, et les dommages qui en résultent peuvent donner lieu à indemnité dans les conditions ordinaires, suivant les règles actuellement admises, conformément à la loi du 29 décembre 1892, et d'après les distinctions admises par la jurisprudence du Conseil d'État.

La déclaration d'utilité publique fait tomber les droits des usagers qui feraient obstacle au droit conféré au concessionnaire et les transforme en un droit à indemnité pour dommages causés par l'exécution des travaux : il en résulte que ceux-là seuls peuvent prétendre à indemnité qui subissent un dommage actuel, c'est-à-dire qui se trouvent privés d'une eau ou d'une force dont ils faisaient effectivement usage. Le concessionnaire pourra d'ailleurs se libérer en restituant aux usagers en nature l'eau ou l'énergie dont ils faisaient usage

antérieurement et dont ils se trouveraient privés par l'établissement de l'usine publique. C'est une manière de supprimer le dommage, qui a le double avantage d'être souvent économique pour lui et de ne pas faire disparaître les usines ou les irrigations existant antérieurement.

2° Propriétaires. — Les propriétaires pourront se trouver lésés, soit par l'occupation des terrains pour l'établissement des ouvrages, soit par l'envahissement des eaux provenant du relèvement du plan d'eau.

Le projet de loi distingue entre le cas où le trouble apporté à la propriété sera de peu d'importance et donnera lieu simplement à une indemnité de servitude, et le cas où il devra être procédé par voie d'expropriation. Les servitudes sont relatives à l'établissement des canaux; conduites souterraines, conducteurs d'énergie : leur application se fait sous le contrôle des tribunaux civils chargés de concilier l'intérêt de l'opération avec le respect de la propriété, comme en matière d'irrigation ou de drainage. On avait pensé à définir dans la loi les cas où la servitude pourrait être invoquée : il a paru difficile d'établir des distinctions assez précises et préférable, par suite, de laisser le pouvoir d'appréciation aux tribunaux.

L'occupation du lit et la submersion des berges non susceptibles de culture peut se faire moyennant une simple indemnité de servitude, sans qu'il soit besoin de recourir à l'expropriation.

Dans tous les autres cas, c'est-à-dire dans tous les cas où l'occupation par voie de servitude n'est pas admise, le concessionnaire est tenu d'acquérir les terrains sur lesquels doivent être faits les ouvrages ou qui sont submergés par le relèvement du plan d'eau : l'expropriation se fait conformément à l'article 16 de la loi du 21 mai 1836, relative aux chemins vicinaux.

VI. *Fin de la concession.* — La concession prend fin :

Soit par l'expiration normale au terme fixé;

Soit par le rachat;

Soit par la déchéance.

Les règles habituelles en matière de concession de travaux publics trouveront ici nécessairement leur application; mais il a paru utile d'édicter certaines dispositions particulières pour assurer, en fin de concession, la continuation des services auxquels pourvoyait le concessionnaire et éviter les intermittences ou interruptions d'exploitation auxquelles pourrait donner lieu le changement de titulaire.

Dans tous les cas, lorsque la concession prend fin, le concessionnaire nouveau (et l'État en cas de rachat), est tenu d'assurer pendant une période de cinq ans l'exécution des engagements pris par l'ancien concessionnaire pour la fourniture d'eau et d'énergie, dans la limite des conditions d'utilisation de la concession à cette époque, et en accordant la priorité, ainsi qu'il est naturel, aux services publics sur les services privés, s'il y a lieu.

D'autre part, spécialement pour le cas d'expiration normale de la concession, il importait de veiller à ce que la concession nouvelle fût instituée de telle manière que la situation fût réglée quelque temps à l'avance et que les derniers moments de la concession ne fussent pas soumis à une incertitude toujours préjudiciable à une bonne exploitation. Il semblait également rationnel de donner au concessionnaire actuel un droit de préférence, s'il offrait des conditions équivalentes à celles des concurrents nouveaux; le changement de concessionnaire n'est en effet pas désirable pour lui-même et n'a d'utilité que pour obtenir des conditions nouvelles de service, en harmonie avec les progrès de la science et l'état de l'industrie; si ces conditions sont obtenues, il y a tout intérêt à ne pas changer de concessionnaire.

A cet effet, la proposition de loi impose à l'Administration l'obligation d'ouvrir la procédure d'institution de concession nouvelle dans les cinq ans qui précèdent l'expiration; cette procédure est la même que pour l'institution de la concession primitive, sauf le droit de préférence reconnu au concessionnaire à conditions équivalentes. Pour éviter que les retards ne prolongent l'instruction jusqu'au dernier jour et qu'on ne retombe ainsi dans cette incertitude de la période finale que l'on veut prévenir, on dispose que si, deux ans avant l'expiration, aucune concession nouvelle n'a été instituée, le concessionnaire peut exiger la prorogation de sa concession pour une durée de dix ans; cette période de dix ans semble nécessaire et suffisante pour assurer l'amortissement des dépenses de grosse réparation ou d'établissement que le concessionnaire pourra faire à partir du moment où une nouvelle période d'exploitation lui sera acquise et qu'il faut l'encourager à effectuer.

L'ensemble de ces dispositions paraît de nature à écarter la plus grande partie des objections faites au système de la concession temporaire par les partisans du système de la propriété perpétuelle, objections tirées de la difficulté d'assurer une bonne exploitation, tant au moment du changement de concessionnaire que dans les années qui le précèdent.

En ce qui concerne le rachat, la proposition prévoit que l'indemnité serait fixée par arbitrage dans les conditions admises par l'article 11 de la loi du 11 juin 1880 sur les chemins de fer d'intérêt local.

Pour simplifier la procédure en cas de déchéance ou de rachat, la proposition attribue directement compétence au Conseil d'État sans obliger les parties à aller d'abord devant le conseil de préfecture : cette disposition est empruntée à la loi du 11 juin 1880 sur les chemins de fer d'intérêt local et les tramways.

Pour les motifs ci-dessus nous avons l'honneur de vous soumettre la proposition de loi ci-après, qui comprend quatre titres et dix-huit articles :

Le titre Ier est relatif au régime des usines publiques et définit leur consistance, le mode de concession et la part faite aux services publics et aux usages privés dans leur exploitation. Il comprend huit articles :

Article premier. — Définition des usines privées et des usines publiques sur les eaux de toute nature.

Art. 2 et 3. — Concessions des usines publiques. — Réserves pour les services publics.

Art. 4. — Ce que détermine le cahier des charges :

Durée;

Consistance de la concession ;

Règlement d'eau;

Conditions générales des ouvrages;

Charges imposées au concessionnaire (fournitures d'eau et d'énergie pour les services publics et concours financier à des entreprises d'utilité publique).

Art. 5. — Domanialité publique.

Art. 6. — Exécution des ouvrages. — Cas où l'autorisation administrative est exigée.

Art. 7. — Usages privés et services publics. — Liberté pour les usages privés. — Conditions dans lesquelles on peut utiliser temporairement les disponibilités des services publics.

Art. 8. — Non-précarité, sauf en cas de mesures intéressant la sécurité ou la salubrité publique.

Le titre II règle les rapports du concessionnaire avec les tiers dont les droits peuvent être atteints par la création d'une usine publique :

Art. 9. — Indemnités aux usagers antérieurs des eaux.

Art. 10. — Servitudes.

Art. 11. — Expropriation.

Le titre III traite des différentes manières dont la concession peut prendre fin et des mesures nécessaires pour assurer, à ce moment, la continuité du service dans l'intérêt de tous les établissements qui font usage de la force.

Art. 12. — Expiration normale de la concession.

Art. 13. — Rachat.

Art. 14. — Déchéance.



Enfin le titre IV contient quelques dispositions générales destinées à assurer l'observation des prescriptions légales et la bonne étude des affaires :

Art. 15. — Pénalités pour infraction à certaines dispositions de la loi, du cahier des charges ou des décisions d'exécution.

Art. 16. — Institution d'une Commission mixte des usines hydrauliques chargée d'examiner les questions soulevées par chaque affaire spéciale.

Art. 17. — Délégation à un règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi.

Art. 18. — Abrogation des dispositions de loi contraires.

PROPOSITION DE LOI

TITRE PREMIER. — RÉGIME DES CONCESSIONS. — *Article premier.* — Les usines hydrauliques, quelles que soient les eaux qu'elles empruntent, se divisent en usines privées et usines publiques.

Les usines privées continuent à être régies par les lois et règlements en vigueur sur le régime des eaux.

Les usines publiques sont régies par les dispositions ci-après :

Art. 2. — Les usines publiques sont concédées au nom de l'État dans l'intérêt de l'industrie et des services publics.

Lorsque le seul usage immédiatement prévu est le service d'un ou de plusieurs établissements industriels, les réserves nécessaires dans l'intérêt des services publics éventuels sont prévues dans le cahier des charges de la concession.

Sont nécessairement concédées comme usines publiques les usines qui seraient créées postérieurement à la présente loi et qui auraient une puissance brute, en eaux moyennes, d'au moins 100 chevaux-vapeur (de 75 kg:s), ou les usines existant antérieurement dont la puissance serait portée à plus de 100 chevaux.

Art. 3. — Les usines publiques sont déclarées d'utilité publique et concédées par décret rendu sur l'avis conforme du Conseil d'État, sur le rapport du Ministre de l'agriculture, s'il s'agit d'eaux non navigables ni flottables, et sur le rapport du Ministre des travaux publics, s'il s'agit d'un cours d'eau navigable ou flottable, après enquêtes et avis des conseils généraux des départements, des conseils municipaux des communes intéressées et de la Commission instituée conformément à l'article 16 ci-après.

Toutefois, la déclaration d'utilité publique ne peut être prononcée que par une loi, quand les travaux comportent le détournement des eaux hors de leur lit naturel sur une longueur de plus de 20 km mesurée suivant ce lit; le projet de loi est préalablement soumis au Conseil d'État. Les modifications apportées ultérieurement à l'emploi et à la répartition de la force hydraulique et de l'eau dérivée sont autorisées par décret en Conseil d'État.

Art. 4. — Le cahier des charges de la concession détermine :

1° La durée de la concession;

2° Les ouvrages, terrains, bâtiments, engins de toute nature qui constituent les dépendances immobilières de la concession : ces dépendances comprennent les installations ayant pour objet l'amélioration du régime du cours d'eau, la retenue et la dérivation de l'eau, la transformation de l'énergie hydraulique en énergie mécanique ou électrique, la conduite de l'eau et de l'énergie s'il y a lieu, enfin l'entretien et l'exploitation de ces diverses installations; elles ne comprennent pas les ouvrages destinés à l'utilisation de l'énergie produite ou de l'eau fournie, qui demeurent en dehors de la concession;

3° Le règlement d'eau de l'usine et, notamment, le volume d'eau minimum à maintenir dans le lit naturel, ou à réserver dans l'intérêt de l'alimentation en eau des habitations ou de l'irrigation;

4° Les conditions générales concernant l'emplacement des prises d'eau et de barrages, le tracé des canaux de dérivation, de décharge et de fuite, et la consistance des ouvrages que le concessionnaire est tenu d'établir, sans préjudice des obligations qui pourraient lui incomber vis-à-vis des tiers;

5° Les charges imposées au concessionnaire, tant sous forme de fourniture d'eau et d'énergie à l'État, aux départements, aux communes ou aux associations syndicales autorisées, que sous forme de concours financier à des entreprises d'utilité publique dans la région.

Art. 5. — La déclaration d'utilité publique a pour effet de classer dans le domaine public l'usine hydraulique et ses dépendances immobilières, telles qu'elles sont définies par le cahier des charges, conformément au paragraphe 2 de l'article précédent.

Ces ouvrages sont assimilés aux ouvrages dépendant de la grande voirie, notamment au point de vue de la répression des contraventions.

Les contraventions sont passibles d'une amende de 16 à 300 fr.

Art. 6. — Sont soumis à l'approbation du ministre compétent les projets d'exécution des ouvrages qui intéressent la sécurité publique ou le régime des eaux et les dispositions générales de ceux qui exigent les expropriations. L'exécution des autres ouvrages n'est soumise à aucune autorisation administrative.

Art. 7. — Le concessionnaire conserve la libre disposition de l'eau et de la force motrice qui ne sont pas affectées ou réservées aux services publics.

L'eau ou l'énergie réservée aux services publics, et dont il n'est pas fait immédiatement usage pour les besoins de ceux-ci, peuvent être affectées temporairement à des établissements privés par des conventions particulières. L'acte de concession détermine la durée des engagements qui pourront être valablement contractés vis-à-vis de ces établissements, ainsi que les délais et conditions dans lesquels ces engagements prendraient fin, dans le cas où l'excédent d'eau et d'énergie qui en aurait fait l'objet deviendrait ultérieurement nécessaire à un service public.

Art. 8. — Le concessionnaire d'une usine publique, lors même qu'elle est située sur un cours d'eau navigable, a droit à indemnité à raison du préjudice qui peut lui être causé par les travaux faits ou par les mesures ordonnées par l'Administration, à l'exception de celles qui intéressent la salubrité ou la sécurité publique.

TITRE II. — DROITS ET OBLIGATIONS DU CONCESSIONNAIRE VIS-A-VIS DES TIERS. — *Art.* 9. — Les travaux exécutés par le concessionnaire pour l'établissement d'une usine publique sont des travaux publics.

La déclaration d'utilité publique transforme les droits de quiconque est privé des eaux dont il faisait usage en un droit à indemnité pour dommages causés par l'exécution de travaux publics.

La réparation peut consister en totalité ou en partie dans la restitution en nature de l'eau ou de l'énergie enlevées à ceux qui en faisaient antérieurement usage.

Art. 10. — Le concessionnaire a la faculté, moyennant de justes et préalables indemnités, réglées par les tribunaux civils :

1° D'établir et d'entretenir, sur ou sous les fonds appartenant à des tiers, les canaux, tunnels et conduites souterraines nécessaires au fonctionnement de l'usine ou à l'accomplissement des obligations imposées par le décret de concession dans l'intérêt de l'irrigation ou de l'assainissement, pourvu que ces ouvrages n'apportent pas un trouble notable à la jouissance de la superficie;

2° De faire passer les conducteurs d'énergie sur ou sous ces fonds, d'y établir à cet effet les appuis nécessaires, et d'y installer les appareils accessoires que comporte le fonctionnement de ces conducteurs;

3° D'occuper le lit et de submerger, par le relèvement du

plan d'eau, les berges non susceptibles de culture des cours d'eau non navigables.

Les bâtiments préexistants, cours, jardins, parcs et enclos préexistants, attenant aux habitations, ne peuvent être assujettis aux servitudes établies par le présent article.

Les tribunaux devront, pour l'application de ces servitudes, concilier l'intérêt de l'opération avec le respect de la propriété. Ils pourront ordonner l'exécution provisoire des travaux moyennant la consignation par le concessionnaire d'une somme par eux déterminée.

Art. 11. — Dans tous les autres cas que ceux où sont applicables les servitudes établies par l'article précédent, le concessionnaire est tenu d'acquérir les terrains sur lesquels doivent être établis tous les ouvrages constituant les dépendances immobilières de la concession et ceux sur lesquels s'étend la retenue de chaque barrage au niveau légal.

Les indemnités sont fixées conformément aux paragraphes 2 et suivants de l'article 16 de la loi du 21 mai 1836.

TITRE III. — Fin de la concession. — *Art.* 12. — A l'expiration du terme fixé, la concession, avec toutes ses dépendances telles qu'elles sont définies par le cahier des charges, conformément à l'article 4 de la présente loi, fait retour à l'État, sans aucune indemnité.

Dans les cinq ans qui précèdent l'expiration de la concession, il est procédé à l'institution d'une concession nouvelle. Le concessionnaire actuel a un droit de préférence, à conditions équivalentes; si, deux ans avant l'expiration, aucune concession nouvelle n'a été instituée, il peut exiger la prorogation de sa concession pour une nouvelle durée de dix ans.

L'État ou le nouveau concessionnaire reste tenu d'assurer, pendant une période de cinq ans après l'expiration de la concession, l'exécution des engagements qui auraient été régulièrement pris par l'ancien concessionnaire pour la fourniture de l'eau et de l'énergie : 1° aux services publics; 2° aux particuliers, après qu'il a été satisfait aux besoins des services publics.

Dans aucun cas, l'État ne peut être obligé d'effectuer des fournitures supérieures à celles que rendent possibles les conditions d'utilisation de la concession au moment où elle lui fait retour.

Art. 13. — L'État peut, à toute époque, après l'expiration des quinze premières années, racheter la concession.

Le rachat est décidé par décret en conseil d'État, le concessionnaire entendu : il ne peut porter que sur l'ensemble de la concession.

L'État est tenu d'exécuter les engagements régulièrement pris par le concessionnaire avant la date de la signification de la décision ministérielle ouvrant la procédure de rachat, pour les fournitures d'eau et d'énergie dans les conditions prévues par les paragraphes 3 et 4 de l'article 12.

L'indemnité de rachat sera fixée par une commission instituée par décret et composée de neuf membres, dont trois désignés par le ministre des travaux publics, trois par le concessionnaire et trois par l'unanimité des six membres déjà désignés; faute par ceux-ci de s'entendre dans le mois de la notification à eux faite de leur nomination, le choix de ceux des trois membres qui n'auront pas été désignés à l'unanimité sera fait par le premier président et les présidents réunis de la cour d'appel de Paris.

Toutes les contestations relatives au rachat sont soumises au Conseil d'État, statuant au contentieux. L'expertise est obligatoire, si elle est demandée.

Art. 14. — La déchéance est prononcée, dans les cas prévus au cahier des charges, par le ministre, sauf recours au Conseil d'État, qui alloue une indemnité au concessionnaire si la déchéance a été prononcée à tort.

La décision du ministre et l'arrêt du Conseil d'État sont signifiés par l'administration au concessionnaire et affichés dans la commune où est située l'usine.

Le ministre pourra, s'il le juge convenable, ou devra, s'il en est requis, soit par le concessionnaire déchu, soit par ses créanciers, soit par l'un des propriétaires d'établissements agricoles ou industriels envers lesquels des engagements de fourniture d'eau ou d'énergie auront valablement été contractés, faire procéder par voie administrative à l'adjudication de la concession.

La requête à fin d'adjudication n'est recevable que dans le délai de trois mois à partir de la publication de la décision du ministre, ou de l'arrêt du Conseil d'État en cas de recours, et si le requérant fait l'avance des frais nécessaires pour l'adjudication.

Le concessionnaire déchu ne peut se porter acquéreur.

Le prix de l'adjudication appartient au concessionnaire.

L'adjudicataire est substitué à tous les droits et obligations du concessionnaire, tant vis-à-vis des tiers que vis-à-vis de l'administration, dans les conditions prévues par les paragraphes 3 et 4 de l'article 12.

TITRE IV. — Dispositions générales. — *Art.* 15. L'inobservation par le concessionnaire soit des dispositions du règlement d'eau, soit des stipulations relatives aux fournitures à faire aux services publics, constitue une contravention qui est poursuivie et réprimée comme en matière de grande voirie, sauf le cas de force majeure.

L'amende est de 16 à 300 fr. En cas de récidive dans la même année, elle peut être portée à 3000 fr.

Toute entrave à l'exercice du contrôle constitue un délit qui, déféré au tribunal correctionnel, est passible d'une amende de 16 à 3000 fr.

Art. 16. — Il est institué, près du ministère des travaux publics, une commission mixte des usines hydrauliques, chargée :

1° D'examiner et de coordonner les études préparées en conférence par les services locaux pour l'aménagement des eaux, en vue de leur utilisation par les services publics, l'industrie et l'agriculture;

2° De donner son avis sur les demandes de concession d'usines et sur les projets de décrets de concession, au point de vue de l'utilisation de l'énergie et de l'eau par les services publics ou les associatione syndicales autorisées.

Cette commission est composée de :

1° Un conseiller d'État, président;

2° Cinq membres de droit, savoir :

Le directeur des routes, de la navigation et des mines, et le directeur des chemins de fer au ministère des travaux publics;

Le directeur de l'agriculture et le directeur de l'hydraulique agricole au ministère de l'agriculture;

Le directeur de l'administration départementale et communale au ministère de l'intérieur;

3° Deux membres du conseil général des ponts et chaussées et deux membres de la commission de l'hydraulique agricole;

4° Deux maîtres des requêtes au Conseil d'État;

5° Deux ingénieurs électriciens ou de chemins de fer;

6° Un ingénieur en chef des ponts et chaussées, secrétaire.

Les membres de la commission autres que les membres de droit sont nommés par décret.

Les membres de droit peuvent, en cas d'absence ou d'empêchement, être suppléés par un des fonctionnaires de leur administration, délégué par le ministre compétent.

Lorsque tous les ministres intéressés n'adhèrent pas à un avis de la commission mixte des usines hydrauliques, il est statué par un décret rendu en conseil des ministres.

Art. 17. — Un règlement d'administration publique déterminera toutes les mesures nécessaires pour l'exécution de la présente loi et, notamment, les formes dans lesquelles les demandes en concession doivent être présentées et instruites, l'organisation des conférences à tenir pour leur examen entre

les représentants des services locaux intéressés, et les conditions de fonctionnement de la commission prévue à l'article précédent.

Art. 18. — Sont abrogées toutes les dispositions contraires à celles de la présente loi.

BREVETS D'INVENTION

COMMUNIQUÉS

Par M. H. JOSSE, 17, *boulevard de la Madeleine, Paris.*

368 015. — **Wallin.** — *Procédé et four électrique d'extraction de métaux* (8 juin 1906).

368 206. — **Rounsevill et Bilms.** — *Compteur de durée des conversations téléphoniques* (19 juillet 1906).

368 288. — **Pedersen.** — *Récepteur de vibrations électriques* (30 juin 1906).

368 132. — **Scherbius.** — *Système de réglage de la vitesse des moteurs d'induction* (17 juillet 1906).

368 183. — **Société lyonnaise de fournitures chirurgicales et d'hygiène publique.** — *Dynamo électrique* (19 juillet 1906).

368 207. — **Dreihardt.** — *Dispositif de jonction amovible pour les électrodes* (19 juillet 1906).

368 220. — **Société Felten et Guilleaume.** — *Machine à courant continu* (19 juillet 1906).

368 195. — **Coridori.** — *Manchons isolateurs pour fils électriques* (19 juillet 1906).

368 203. — **Féry et Grassot.** — *Perfectionnements aux compteurs électriques* (9 mai 1906).

368 231. — **Raison sociale G. A. Schultze.** — *Méthode pour mesurer les résistances électriques* (20 juillet 1906).

368 239. — **Bostrom.** — *Appareil pour enfiler ou poser les câbles dans les conduites* (20 juillet 1906).

368 267. — **Menzel.** — *Fusible non interchangeable* (25 juillet 1906).

368 311. — **Aron.** — *Compteur d'électricité à prépaiement* (23 juillet 1906).

368 162. — **Société Rheims et Auscher.** — *Lampe électrique à incandescence* (18 juillet 1906).

368 225. — **Société Deutsche Gasglühlicht A. G. (Auer).** — *Fabrication de corps éclairants métalliques pour lampes électriques à incandescence* (19 juillet 1906).

361 831. — **Platschick.** — *Four électrique* (9 octobre 1906).

368 340. — **Ketchum.** — *Machine dynamo-électrique à induit sans fils* (24 juillet 1906).

368 345. — **Volkmann.** — *Machine à influence hermétiquement close* (24 juillet 1906).

368 454. — **Heymann.** — *Électrode pour piles secondaires ou primaires* (27 juillet 1906).

368 474. — **Joel.** — *Électrodes pour accumulateurs* (28 juillet 1906).

368 486. — **Preuss.** — *Procédés pour fabrication de balais pour dynamos* (28 juillet 1906).

367 409. — **Morani.** — *Perfectionnements aux fours électriques* (17 avril 1906).

368 586. — **Borel et Denereaz.** — *Batterie d'accumulateurs à éléments superposés en colonne* (2 août 1906).

368 577. — **Société dite Felten et Guilleaume Lahmeyerwerke Actiengesellschaft.** — *Dispositif permettant de diminuer le travail à vide des machines électriques à volant* (2 août 1906).

CHRONIQUE INDUSTRIELLE ET FINANCIÈRE

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien. — Ouest-Lumière. — L'Assemblée générale ordinaire de cette Société s'est tenue le 25 novembre dernier sous la présidence de M. Eugène Lattes, président du Conseil d'administration.

Il résulte des déclarations faites à cette Assemblée que les concessions se sont augmentées de celles accordées par les municipalités de Vaucresson, Colombes et Clamart, sur la base de traités analogues à ceux passés précédemment dans le département de Seine-et-Oise.

La première de ces concessions a été approuvée par l'Administration supérieure et le Conseil espère qu'il ne tardera pas à en être de même pour les deux autres.

En ce qui concerne l'usine, la Compagnie a acquis par voie d'achat et d'échange, des terrains contigus à l'usine, en prévision des nouvelles installations projetées en vue de répondre à l'augmentation de la clientèle. La surface des terrains possédés à Puteaux est maintenant de 11 000 m².

Une commande a été passée au Creusot pour un quatrième groupe de turbines à vapeur.

Le tableau de distribution qui avait été prévu pour desservir une puissance maximum de 5 à 6000 kw. ne répondait plus aux besoins actuels. Aussi a-t-on décidé de construire un nouveau tableau conforme aux principes les plus modernes.

La puissance des sous-stations a dû être notablement augmentée pour l'alimentation des tramways. En outre, la Société a créé à Boulogne-sur-Seine une sous-station de transformateurs statiques, qui recevra le courant à 10 000 volts de son usine de Puteaux et servira de départ pour distribuer le courant à 2800 volts à toute la région. Le Conseil a l'intention d'adopter le même système dans la sous-station de Levallois, pour la région nord, dont le développement industriel est également très considérable.

Le nombre des transformateurs en service chez les abonnés ou dans les postes de quartier a été porté de 332 à 450.

La longueur des réseaux à la fin des deux derniers exercices se compare comme suit :

	1904-1905. Mètres.	1905-1906. Mètres.
Câbles de haute tension :		
Souterrains	98 821	111 809
Aériens	34 780	39 295
Câbles de basse tension :		
Souterrains	54 912	62 505
Aériens	288 341	337 810

La vente du courant à haute tension s'est particulièrement développée ; la Société sert, en effet, 19 abonnés de ce genre avec une puissance de 1957 kw.

D'autre part, le Conseil s'est ingénié à augmenter le nombre des petites installations de lumière et, dans ce but, a cherché, avec le concours de divers entrepreneurs, à fournir à ses abonnés des installations en location. Les résultats satisfaisants déjà obtenus font espérer un accroissement rapide de cette clientèle.

Dans le tableau ci-dessous nous résumons les recettes d'exploitation et le nombre des abonnés pour les deux derniers exercices.

	1904-1905.	1905-1906.
Recettes d'exploitation.	1 893 085,50	2 492 098,96
Nombre d'abonnés.	4 055	5 299

Si l'on veut bien jeter un coup d'œil en arrière on se rendra compte du chemin parcouru par cette Compagnie. En effet, constituée le 28 avril 1900, elle a commencé à desservir 4 communes, comptant 99 942 habitants. Son réseau s'est assez rapidement étendu et maintenant elle alimente 15 communes avec une population de 261 182 habitants, d'après le recensement de 1906.

D'autre part, elle s'est assurée la clientèle de plusieurs Compagnies gazières, pour leurs services d'électricité. Ces dernières se fourniront à l'usine de l'*Ouest-Lumière* tout le courant nécessaire à leurs distributions, qu'elles prévoient devoir s'étendre sur 14 communes comptant 68 736 habitants.

Enfin l'*Ouest-Lumière* fournit le courant à plusieurs Compagnies de Tramways.

Le tableau suivant résume la progression de ces six premières années de son existence.

	Abonnés.	Recettes.	Pertes.	Profits.	Dividendes.
1900-1901 .	1050	715 121	23 255	»	Néant.
1901-1902 .	1380	996 821	»	149 864	Néant.
1902-1903 .	2189	1 348 635	»	300 314	Néant.
1903-1904 .	2927	1 760 910	»	519 867	4 p. 100.
1904-1905 .	4055	1 893 085	»	572 065	5 p. 100.
1905-1906 .	5299	2 492 098	»	815 169	6 p. 100.

Voici maintenant comment se présente la situation financière.

BILAN AU 30 JUIN 1906

Actif.

Terrains et constructions	2 026 752,35 fr.
Usines et sous-stations.	3 870 162,41
Canalisations, branchements.	6 015 545,62
Petit matériel et outillage.	110 551,80
Mobilier et agencement.	8 305,60
Entrepreneurs et constructeurs (travaux en cours)	355 129,60
Frais de constitution, premier établissement, études et procédés	992 448,14
Fonds de commerce.	315 000,00
Approvisionnements généraux.	342 936,75
Cautionnements.	199 336,60
Titres et valeurs	238 224,30
Caisse et banques	2 162 812,85
Effets à recevoir	77 744,90
Abonnés	286 802,91
Débiteurs divers.	202 027,36
Frais d'émission des actions et obligations . .	134 326,70
Prime de remboursement sur obligations (1re émission)	252 975,00
Total.	18 071 085,85 fr.

Passif.

Capital actions		8 000 000,00 fr.
Réserve légale		28 777,85
Compte général d'amortissements		870 645,35
Capital obligations.	8 000 000	
A déduire obligations non émises.	419 500	
		7 580 500,00
Dépôts et garantie.		704 967,42
Fournisseurs		205 543,84
Créditeurs divers		150 239,55
Actions, coupons échus restant à payer . . .		1 518,44
Obligations, coupon n° 7 1/6		115 707,55
Obligations, coupons échus restant à payer .		990,80
Obligations sorties à rembourser.		998,00
Solde bénéficiaire de l'exercice		806 390,20
Report de l'exercice 1904-1905.		6 778,91
Total.		18 071 085,85 fr.

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Débit.

Dépenses d'exploitation et frais généraux . . .	1 475 284,38 fr.
Prime de remboursement sur obligations sorties (3e tirage)	5 875,00
Intérêts et agios	204 519,37
Compte général d'amortissements.	300 000,00
Réserve légale 5 pour 100 sur 506 390,20 fr. . .	25 319,50
Dividende de 6 pour 100 sur 8 000 000 fr	180 000,00
Report à l'exercice 1906-1907.	7 819,61
Total.	2 498 877,86 fr.

Crédit.

Report de l'exercice 1904-1905	6 778,91 fr.
Recettes d'exploitation.	2 492 098,95
Total	2 498 877,86 fr.

Après avoir annoncé aux actionnaires que les résultats obtenus pour les quatre premiers mois de l'exercice en cours sont satisfaisants, M. le Président a mis aux voix les résolutions suivantes, qui furent adoptées.

Première résolution. — L'Assemblée après avoir entendu la lecture du rapport du Conseil d'Administration et du rapport des commissaires des comptes, approuve les comptes de l'exercice 1905-1906, tels qu'ils résultent du bilan et du compte de Profits et Pertes présentés par le Conseil.

Deuxième résolution. — L'Assemblée sur la proposition du Conseil, fixe à 6 fr par action, le dividende de l'exercice 1905-1906. Ce dividende sera payable, sous déduction des impôts à partir du 1er décembre 1906, sur la présentation du coupon n° 3.

Troisième résolution. — L'Assemblée décide de reporter à nouveau le solde du compte de Profits et Pertes s'élevant à 7849,61 fr.

Quatrième résolution. — L'Assemblée confirme la nomination faite par le Conseil, comme administrateur de la Société, de M. Camille Krantz, dont les pouvoirs expirent en même temps que ceux de l'ensemble du Conseil actuel.

Cinquième résolution. — L'Assemblée donne quitus aux membres du Conseil actuel, de leur gestion, jusqu'à la clôture de l'exercice dont les comptes viennent d'être approuvés.

Sixième résolution. — L'Assemblée, renouvelant le Conseil dont les fonctions sont expirées, nomme administrateurs de la Société, conformément à l'article 19 des statuts, tous les membres du Conseil d'administration.

Septième résolution. — L'Assemblée nomme commissaires des comptes pour l'exercice 1906-1907, MM. J. Blum et A. Monnier, qui acceptent, avec faculté pour chacun d'eux d'opérer isolément, en cas d'empêchement de l'autre.

Elle fixe à 700 fr l'allocation attribuée à chacun d'eux.

Huitième résolution. — L'Assemblée conformément aux stipulations de l'article 40 de la loi du 24 juillet 1867, renouvelle aux administrateurs toutes autorisations en ce qui concerne les traités ou marchés à passer entre la Société et les Sociétés dont ils sont administrateurs ou directeurs.

L'Éditeur-Gérant : A. Lahure.

58661. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.



TABLE DES MATIÈRES

DU

TOME QUINZIÈME

1906

Accumulateurs.

Appareillage.

Appareils de mesure.

Appareils divers.

Applications mécaniques de l'énergie électrique.

Arc électrique.

Automobiles.

Bibliographie.

Brevets d'invention.

Chemins de fer électriques.

Chronique de l'électricité.

PARIS

DÉPARTEMENTS

ÉTRANGER

Chronique industrielle et financière.

Condensateurs.

Conducteurs et câbles.

Correspondance.

Correspondance anglaise.

Cours. — Concours. — Conférences. Congrès. — Prix décernés.

Diélectriques.

Distribution.

Divers.

Documents officiels.

Dynamos.

Éclairage électrique.

Électrobiologie.

Électrochimie.

Électrolyse.

Électrothermie.

Expositions.

Gaz.

Isolants. — Isolateurs. — Isolement.

Lampes à arc.

Lampes à incandescence.

Locomotion.

Électromobiles :

Chemins de fer électriques :

Tramways électriques :

Navigation électrique :

Magnétisme.

Méthodes de mesure.

Moteurs électriques.

Courant continu :

Courants alternatifs :

Moteurs thermiques.

Nécrologie.

Photométrie.

Questions théoriques.

Radioconducteurs. — Rayons X.

Résistances.

Sociétés savantes françaises.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SOCIÉTÉS DIVERSES.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS.

Stations centrales.

Télégraphie.

Télégraphie sans fil.

Téléphonie.

Transformateurs.

Transmission de l'énergie.

Unités et terminologie.

58661. — Imprimerie Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.




UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08040 3382
Digitized by Google

